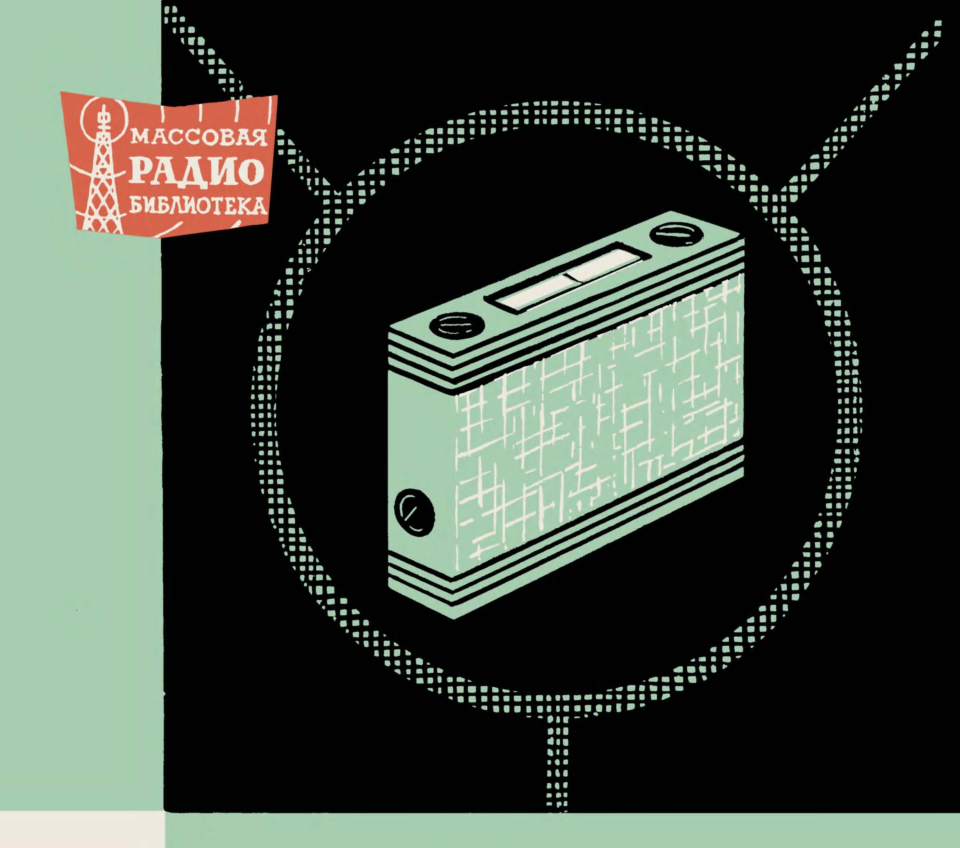


Г. М. МИКИРТИЧАН

ТРАНЗИСТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ С КВ ДИАПАЗОНАМИ

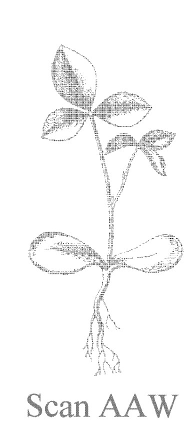
МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 658

Г. М. МИКИРТИЧАН

ТРАНЗИСТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ С КВ ДИАПАЗОНАМИ





«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1967

УДК 621.396.62-2

6Ф2 12
М 59

Микиртичан Г. М.

М 59

Транзисторные приемники с КВ диапазонами. М., «Энергия», 1967.

48 с. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 658)

Подробно описан самодельный семидиапазонный супергетеродинный приемник на транзисторах с двойным преобразованием частоты, отмеченный первым призом на XX Всесоюзной выставке радиолюбительского творчества.

Приемник рассчитан на прием местных и дальних радиостанций в диапазонах длинных, средних и коротких волн. Особое внимание уделено вопросам конструирования и настройки приемника.

Приводится также описание трехдиапазонного всеволнового приемника с одним преобразованием частоты.

Рассчитана на подготовленного радиолюбителя.

3-4-5
365-66 **6Ф2.12**

Микиртичан Григорий Микиртичевич

ТРАНЗИСТОРНЫЕ ПРИЕМНИКИ С КВ ДИАПАЗОНАМИ

Редактор *Ф. И. Тарасов*

Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Технический редактор *В. В. Зеркаленкова*

Корректор *Е. В. Кузнецова*

Сдано в набор 21/I-1967 г. Подписано к печати 20/VII-1967 г. Т-07042
Формат 84×108[1]/[32]. Бумага типографская № 2 Усл. печ. л. 2,52 Уч.-изд. л. 3,52
Тираж 150 000 экз. Заказ 123 Цена 14 коп.

Издательство „Энергия". Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., 10.

Владимирская типография Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЕМНИКА

Приемник (рис. 1) собран на пятнадцати транзисторах и предназначен для приема местных и дальних радиовещательных станций в стационарных и походных условиях. Прием радиостанций в диапазонах длинных (700—2 000 *м*) и средних (180—580 *м*) волн осущест-

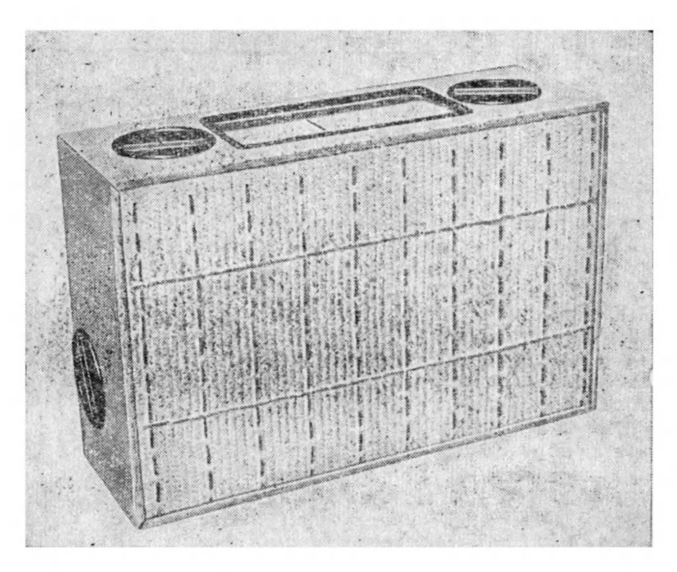


Рис. 1. Общий вид приемника.

вляется на внутреннюю магнитную антенну. Прием радиостанций в диапазоне коротких волн производится на магнитную, выдвижную телескопическую или наружную антенны. Для приема радиостанций в диапазоне коротких волн в приемнике имеется пять растянутых поддиапазонов 11,6—12,1 *Мгц* (25 *м*); 9,4—9,9 *Мгц* (31 *м*); 7,1—7,6 *Мгц* (41 *м*); 5,8—6,3 *Мгц* (49 *м*) и 4—4,5 *Мгц* (70 *м*). Каждый коротковолновый поддиапазон охватывает участок частот, равный 500 *кгц*.

Прием радиостанций в диапазонах длинных и средних волн производится с одним, а в поддиапазонах коротких волн — с двумя преобразованиями частоты. Первый преобразователь частоты преобразует частоты коротковолновых поддиапазонов в спектр частот средневолнового диапазона, а второй — частотный спектр средневолнового диапазона в стандартную промежуточную частоту 465 *кгц*. Настройка на радиостанции в диапазонах длинных, средних и в поддиапазонах коротких волн осуществляется изменением частоты второго гетеродина. Такое построение приемника дает возможность получить пять коротковолновых растянутых поддиапазонов, используя всего одну катушку индуктивности в колебательном контуре гетеродина и одну в преселекторе (в магнитной антенне), поднять приблизительно в 10 раз чувствительность приемника в диапазоне коротких волн и обеспечить возможность приема коротковолновых радиостанций на малоэффективную коротковолновую магнитную антенну. Переход от одного поддиапазона коротких волн к другому производится подключением к этим катушкам конденсаторов постоянной емкости. В результате этого оказалось возможным повысить стабильность частоты первого гетеродина и полностью устранить «микрофонный эффект», часто имеющий место в приемниках с одним преобразованием частоты из-за вибрации пластин блока конденсаторов переменной емкости при работе приемника на большой громкости.

Чувствительность приемника при приеме на магнитную антенну в диапазоне длинных волн не хуже 1 *мв/м*, в диапазоне средних волн — не хуже 0,5 *мв/м*, а в поддиапазонах коротких волн — не хуже 0,2 *мв/м*. При приеме на штыревую антенну чувствительность приемника не хуже 50 *мкв*, а при приеме на наружную антенну 10—20 *мкв*.

Избирательность по соседнему каналу не менее 40 *дб*. Ослабление зеркального канала в диапазонах длинных и средних волн не хуже 30 *дб*, а на коротких волнах при приеме на магнитную и штыревую телескопическую антенны — не хуже 26 *дб*.

Приемник имеет переменную полосу пропускания, которая может изменяться плавно от 2,5 до 16 *кгц* при неравномерности 3 *дб*. С целью повышения стабильности работы приемника в нем предусмотрен экономичный стабилизатор напряжения, обеспечивающий практически неизменное напряжение питания (2,6 *в*) для всех каскадов высокой и предварительных каскадов низкой частоты.

Питание приемника осуществляется от двух гальванических батарей типа КБС-Л-0,5. При последовательном соединении батарей (напряжение 9 *в*) усилитель низкой частоты обеспечивает мощность на выходе до 800, при параллельном их соединении (напряжение 4,5 *в*) — до 220 *мвт*. Ток, потребляемый приемником в режиме молчания, при напряжении источника питания 9 *в* составляет 16 *ма* в диапазонах длинных и средних волн и 19 *ма* в диапазоне коротких волн; при напряжении питания 4,5 *в* потребляемый ток соответственно составляет 9 и 12 *ма*. В режиме максимальной неискаженной мощности на выходе приемника ток, потребляемый приемником при напряжении питания 9 *в*, составляет 100—110, а при напряжении 4,5 *в* 50—60 *ма*.

В приемнике предусмотрены гнезда для подключения проигрывателя со звукоснимателем пьезоэлектрического типа. Усиливаемая полоса частот в этом случае составляет 30—15 000 *гц* при неравномерности менее 6 *дб*. Коэффициент гармоник усилителя низкой частоты при мощности на выходе 100 *мвт*, напряжении 4,5 *в* и частоте

60 *гц* не превышает 3—5%. Коэффициент полезного действия усилителя низкой частоты близок к 70%.

В приемник вмонтирован громкоговоритель типа 1ГД-18 с эллиптическим диффузором. Размеры приемника 207×138×70 *мм*.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 2. Первый преобразователь частоты, предназначенный для приема радиостанций в диапазоне коротких волн, выполнен на транзисторах T_1 и T_2. Оба транзистора включены по схеме с общим эмиттером. Транзистор T_1 работает при токе коллектора 0,3—0,4 *ма* и напряжении между коллектором и эмиттером 1,3—1,5 *в*, а транзистор T_2 — при токе коллектора 1,8—2,2 *ма* и напряжении между коллектором и эмиттером 1,8—2 *в*. Стабилизация режимов работы транзистора T_1 обеспечивается последовательно-параллельной отрицательной обратной связью по постоянному току (резисторы R_1—R_4), а транзистора T_2 — последовательной обратной связью (резисторы R_7 — R_{10}). Резистор R_1 и конденсатор C_2 служат развязывающим фильтром в цепях питания транзистора T_1, а резистор R_{11} и конденсатор C_{29} — в цепях питания транзисторов T_1 и T_2 первого преобразователя частоты.

На входе смесительного каскада, собранного на транзисторе T_1, включен одиночный резонансный контур, катушка индуктивности L_3 которого служит магнитной антенной MA_1. Этот контур настраивается на среднюю частоту каждого из поддиапазонов подключением к катушке L_3 при помощи переключателя $П_{1\text{-}1}$ конденсаторов постоянной емкости. В поддиапазоне 25 *м* к катушке подключаются конденсаторы C_6 и C_7, в поддиапазоне 31 *м* — конденсаторы C_8 и C_9, в поддиапазоне 41 *м* — конденсаторы C_{10} и C_{11}, в поддиапазоне 49 *м* — конденсаторы C_{12} и C_{13} и в поддиапазоне 70 *м* — конденсаторы C_{14} и C_{15}. В пределах каждого из коротковолновых поддиапазонов магнитная антенна MA_1 не перестраивается, так как участки частот, на которых работают радиовещательные станции, уже ее полосы пропускания. Подключение внешней антенны осуществляется при помощи катушки связи L_4, размещенной, как и катушка L_3, на общем для них ферритовом стержне. Связь магнитной антенны с входной цепью транзистора T_1 автотрансформаторная.

В цепь коллектора транзистора T_1 включен полосовой фильтр, состоящий из резонансных контуров L_1C_1 и L_2C_5, настроенных на частоту 1 380 *кгц* и конденсатора связи C_3. Полоса пропускания этого фильтра, равная 500 *кгц* (от 1 050 до 1 550 *кгц*) при неравномерности 6 *дб*, обеспечивается включением резисторов R_5 и R_6 параллельно резонансным контурам L_1C_1 и L_2C_5. Полосовой фильтр позволяет получить от транзистора T_1 необходимое усиление во всем спектре первой промежуточной частоты и ослабляет напряжение от первого гетеродина, проникающее в выходную цепь этого транзистора вместе с усиливаемым сигналом.

Необходимость включения полосового фильтра в цепь коллектора транзистора T_1 объясняется следующим. На вход смесительного каскада первого преобразователя частоты подается вместе с принимаемым сигналом напряжение от первого гетеродина, амплитуда которого в сотни раз превышает наибольшее напряжение принимаемого сигнала. Поэтому даже в том случае, когда в цепь коллектора транзистора T_1 включен резонансный контур, настроенный на первую

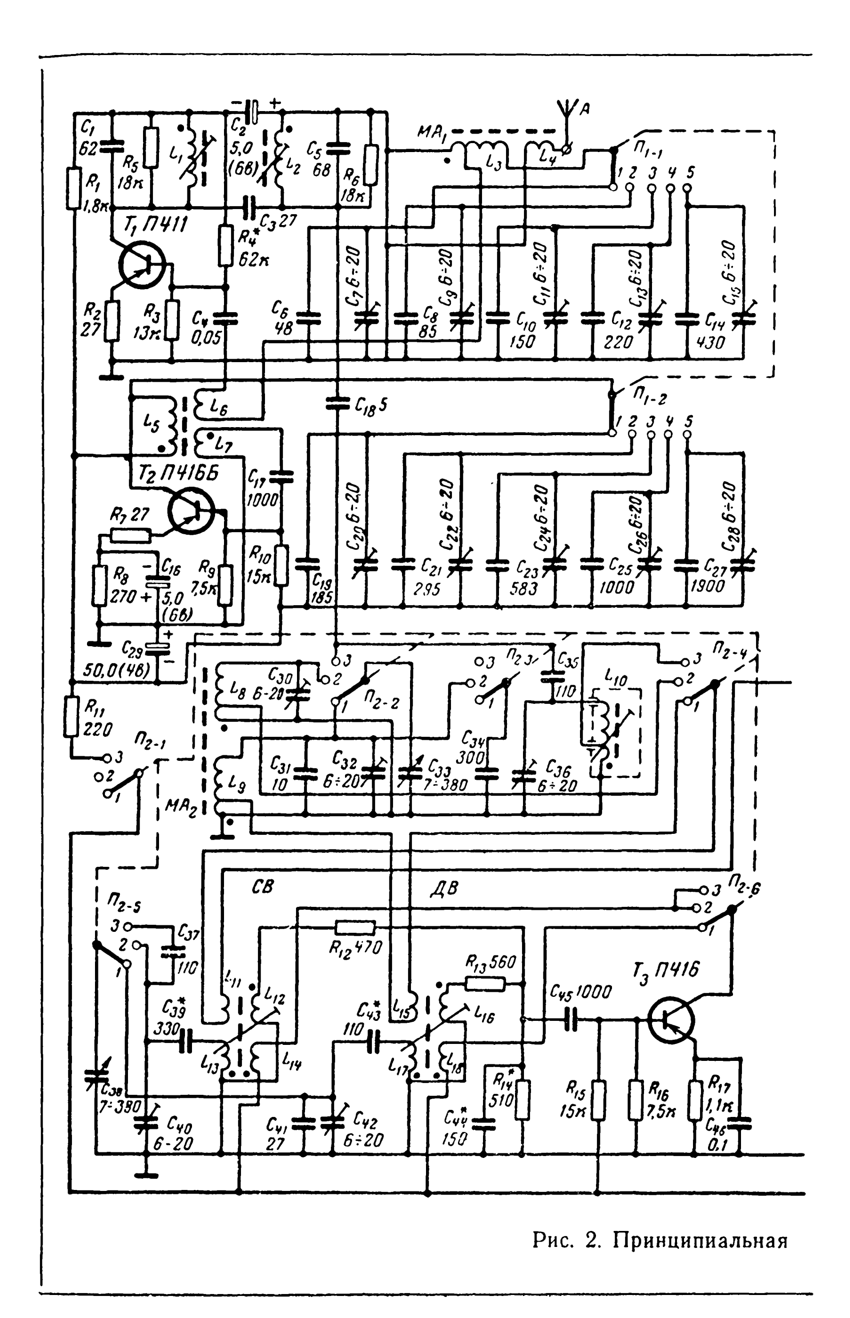


Рис. 2. Принципиальная

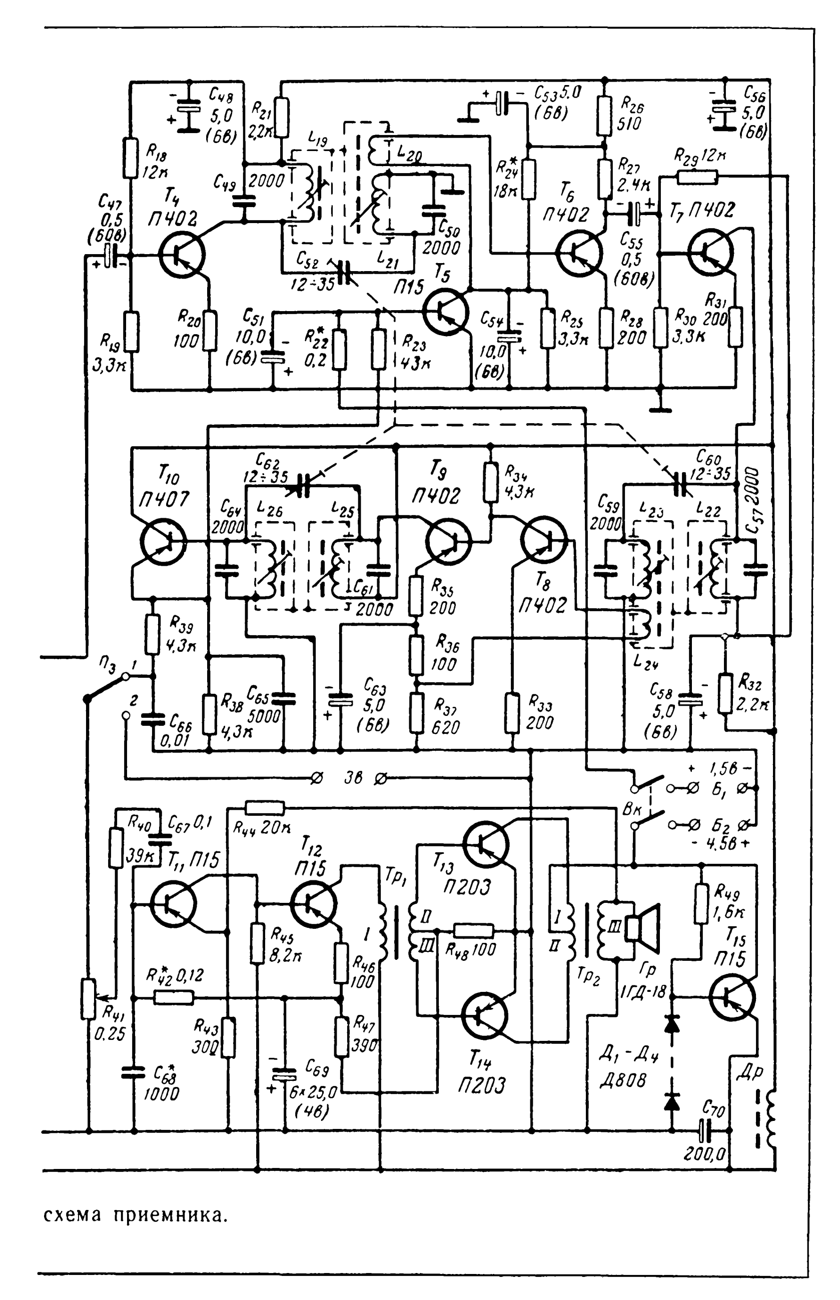


схема приемника.

промежуточную частоту, напряжение гетеродина на этом контуре может превышать амплитуду преобразованного и усиленного сигнала. Напряжение гетеродина на этом контуре будет тем больше, чем ближе частота гетеродина к первой промежуточной частоте и чем шире полоса пропускания контура в цепи коллектора. Особенно большим напряжение гетеродина на выходе транзистора смесительного каскада будет в том случае, если в цепь коллектора его транзистора включен дроссель, сопротивление которого увеличивается при повышении частоты. Это напряжение гетеродина будет максимальным при совпадении его частоты генерации с резонансной частотой дросселя.

Благодаря тому, что фильтрующие свойства контура преселектора, включенного во входную цепь смесительного каскада второго преобразователя частоты, ограничены, напряжение частоты первого гетеродина $f_{г1}$ может попасть на вход смесителя второго преобразователя частоты и вместе с частой второго гетеродина $f_{г2}$ будет создавать в нем комбинационные частоты $f_{г1} \pm f_{г2}$, $2f_{г1} \pm f_{г2}$, $2f_{г1} + 2f_{г2}$ и т. д. При изменении частоты второго гетеродина (в процессе настройки на радиостанции) будут появляться комбинационные частоты, совпадающие со второй промежуточной частотой. Они будут усиливаться и приниматься приемником как радиостанции, у которых отсутствует модуляция, а в тех случаях, когда комбинационные частоты будут совпадать с частотами принимаемых радиовещательных станций, в приемнике будут прослушиваться при настройке на эти станции характерные свисты интерференции. Поэтому очень важно на выходе первого преобразователя частоты иметь полосовой фильтр, обеспечивающий усиление во всем спектре промежуточной частоты и необходимое затухание для частоты первого гетеродина.

На рис. 3 приведена частотная характеристика полосового фильтра $L_1C_1R_5C_2C_3L_2C_5R_6$, включенного в выходную цепь смесительного каскада, измеренная при подаче напряжения от ГСС-6 на базу транзистора T_1. Из этого рисунка видно, что для минимальной частоты первого гетеродина $f_{г1}=3$ *Мгц* полосовой фильтр вносит затухание в 20—30 раз. Такое затухание фильтра вместе с фильтрующим действием резонансного контура входной цепи второго смесителя $L_{10}C_{33}C_{35}C_{36}$ практически полностью устраняет возможность проникновения частоты первого гетеродина на вход второго преобразователя частоты. Благодаря этому при приеме радиостанций в поддиапазонах коротких волн комбинационные частоты не прослушиваются.

Отдельный гетеродин первого преобразователя частоты собран на транзисторе T_2, который работает при напряжении между коллектором и эмиттером 1,7—2 *в* и токе коллектора 2—2,5 *ма*. Его частота генерации определяется резонансным контуром, включенным в цепь коллектора, и в пределах каждого из поддиапазонов частот остается неизменной. Требуемая частота в каждом из поддиапазонов коротких волн обеспечивается подключением к катушке индуктивности L_5 при помощи переключателя $П_{1\text{-}2}$ конденсаторов постоянной емкости. В поддиапазоне 25 *м* к катушке подключаются конденсаторы C_{19} и C_{20}, в поддиапазоне 31 *м* — конденсаторы C_{21} и C_{22}, в поддиапазоне 41 *м* — конденсаторы C_{23} и C_{24}, в поддиапазоне 49 *м* — конденсаторы C_{25} и C_{26} и в поддиапазоне 70 *м* — конденсаторы C_{27} и C_{28}. Напряжение положительной обратной связи с катушки L_7 подается в цепь базы транзистора T_2 через разделительный конденсатор C_{17}. С целью повышения стабильности частоты первого гетеродина транзистор T_2 охвачен последовательной отрицательной обратной

связью (через резистор R_7), а параметры колебательного контура выбраны такими, чтобы изменение параметров транзистора не вызывало заметного изменения резонансной частоты контура гетеродина. Генерируемое напряжение подается в цепь базы транзистора смесительного каскада последовательно с напряжением сигнала. Это напряжение снимается с катушки L_6.

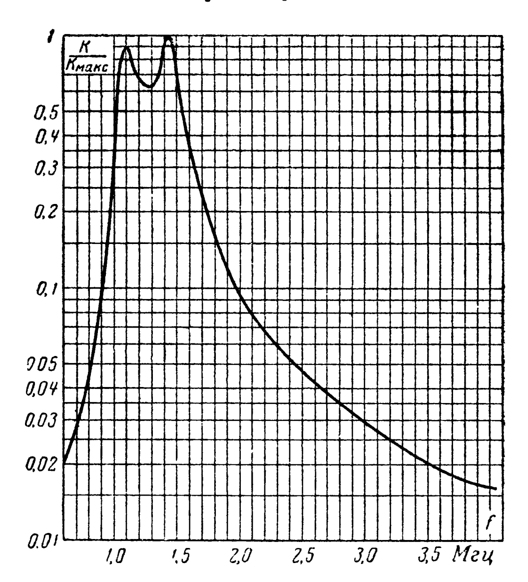


Рис. 3. Частотная характеристика полосового фильтра первой промежуточной частоты.

В каждом из поддиапазонов коротких волн частота гетеродина $f_{г1}$ должна устанавливаться таким образом, чтобы разность между средней частотой принимаемого сигнала соответствующего поддиапазона $f_{с.ср}$ и частотой $f_{г1}$ удовлетворяла следующему условию: $f_{с.ср}-f_{г1}=1\ 300$ *кгц*. В этом случае частотный спектр каждого из поддиапазонов коротких волн будет преобразован в спектр от 1 050 до 1 550 *кгц*, т. е. в высокочастотную часть диапазона средних волн, а градуировка шкалы приемника в поддиапазонах коротких волн будет иметь одинаковый с диапазонами длинных и средних волн возрастающий (или убывающий) характер.

Второй преобразователь частоты выполнен на транзисторах T_3 и T_4, включенных по схеме с общим эмиттером. Транзистор второго смесителя T_4 работает при токе коллектора 0,3—0,4 *ма* и напряжении между коллектором и эмиттером 1,3—1,5 *в*, а транзистор T_3 отдельного гетеродина — при токе коллектора 0,4—0,5 *ма* и напряжении между коллектором и эмиттером 1,8—2 *в*. Цепи стабилизации рабочих точек этих транзисторов аналогичны цепям стабилизации транзисторов T_1 и T_2.

Частота генерации второго гетеродина определяется резонансными контурами, связанными с коллекторной цепью транзистора T_3 через катушки L_{18} на длинных и L_{14} на средних и коротких волнах. На длинных волнах (переключатель $П_2$ в положении 1) в контур входят катушка L_{17} и конденсаторы C_{41}, C_{42}, C_{43}, C_{38}, а на средних ($П_2$ — в положении 2) — катушка L_{13} и конденсаторы C_{39}, C_{40}, C_{38}. На коротких волнах (переключатель $П_2$ в положении 3) используется контур диапазона средних волн, в который для получения необходимого перекрытия по частоте последовательно с конденсатором переменной емкости C_{38} включается конденсатор C_{37}.

Напряжение положительной обратной связи в диапазоне длинных волн снимается с катушки L_{16}, а в диапазоне средних волн с катушки L_{12}. Эти катушки связаны с транзистором T_3 соответственно через резисторы R_{13} и R_{12}. Параллельно входной цепи транзистора T_3 включены резистор R_{14} и конденсатор C_{44}. Такое включение катушек L_{12} и L_{16} позволяет упростить переключатель диапазонов, получить практически постоянную амплитуду и синусоидальную форму напряжения гетеродина во всем диапазоне частот подбором сопротивления резисторов R_{12}, R_{13} и емкости конденсатора C_{44} и практически полностью устранить взаимное влияние контуров. Напряжение от второго гетеродина с катушек связи L_{15} на длинных и L_{11} на средних и коротких волнах подается в цепь базы транзистора T_4 вместе с напряжением сигнала.

Прием радиостанций в диапазонах длинных и средних волн осуществляется на магнитную антенну MA_2 при установке переключателя $П_{2\text{-}1}$ — $П_{2\text{-}6}$ соответственно в положение 1 или 2. В колебательный контур входной цепи смесителя в диапазоне длинных волн входят катушка L_9 и конденсаторы C_{31}, C_{32}, C_{33}, а в диапазоне средних волн — катушка L_8 и конденсаторы C_{30}, C_{33}. Связь входных контуров с базой транзистора T_4 автотрансформаторная. При приеме на средних волнах к катушке контура диапазона длинных волн L_9 переключателем $П_{2\text{-}3}$ подключается конденсатор C_{34}. Этот конденсатор снижает резонансную частоту контура диапазона длинных волн и полностью устраняет его влияние на работу колебательного контура в диапазоне средних волн, что позволяет расширить диапазон длинных волн в области высших частот до 700 *м* и диапазон средних волн в области низших частот до 580 *м*.

Прием радиостанций в поддиапазонах коротких волн производится следующим образом. Переключатель $П_2$ устанавливается в положение 3 (короткие волны). При этом секцией $П_{2\text{-}1}$ этого переключателя включается напряжение питания цепей транзисторов T_1 и T_2 первого преобразователя частоты, секцией $П_{2\text{-}2}$ отключается магнитная антенна MA_2 и включается резонансный контур $L_{10}C_{35}C_{36}C_{33}$, а секцией $П_{2\text{-}4}$ обеспечивается автотрансформаторное подключение этого контура к входной цепи второго смесителя. Индуктивность катушки L_{10} такая же, как и у катушки L_8, а конденсатор C_{38} по своему назначению аналогичен конденсатору C_{37}. Перестраивается контур конденсатором переменной емкости C_{33}. Благодаря конденсаторам C_{36} и C_{37} второй преобразователь частоты оказывается настроенными на прием радиостанций в диапазоне частот 1 050—1 550 *кгц*, в который преобразуются поддиапазоны коротких волн первым преобразователем частоты. Колебательный контур $L_{10}C_{35}C_{36}C_{33}$ связан с контуром полосового фильтра L_2C_5 через конденсатор C_{18}.

В цепь коллектора транзистора T_4 смесительного каскада включен полосовой фильтр, состоящий из резонансных контуров $L_{19}C_{49}$ и $L_{21}C_{50}$, связанных между собой через подстроечный конденсатор C_{52}. В эмиттерную цепь транзистора T_4 включен резистор R_{20} для получения последовательной отрицательной обратной связи, стабилизирующей коэффициент усиления каскада по напряжению и повышающей его выходное сопротивление. Конденсатор C_{48} и резистор R_{21} выполняют функции развязывающего фильтра в цепях питания транзистора смесительного каскада.

Четырехкаскадный усилитель промежуточной частоты собран на транзисторах T_6 — T_9, включенных по схеме с общим эмиттером. Каждый из этих транзисторов работает при токе коллектора 0,4—0,5 *ма*. Напряжения между коллектором и эмиттером у транзисторов T_6, T_7, T_8 и T_9 составляют соответственно 1—1,4; 1—1,4; 0,5—0,6 и 1,9—2,1 *в*. Температурная стабилизация режимов работы каждого из транзисторов T_6 и T_7 обеспечивается автономной комбинированной отрицательной обратной связью по постоянному току, а транзисторов T_8 и T_9 — общей параллельно-последовательной отрицательной обратной связью. Эта обратная связь создается непосредственным подключением коллектора транзистора T_8 к базе транзистора T_9 и базы транзистора T_8 к эмиттерной цепи транзистора T_9 (сопротивление постоянному току катушки индуктивности L_{25} можно не учитывать).

Примененная схема с общей отрицательной обратной связью для стабилизации режимов работы транзисторов имеет ряд преимуществ по сравнению со схемами, использующими автономные обратные связи. Она не требует дополнительного расхода тока от источника питания (так как не имеет делителей напряжения в цепях базы) и позволяет получить более жесткую стабилизацию напряжения на коллекторе транзистора T_8 и тока коллектора транзистора T_9 (благодаря глубокой отрицательной обратной связи). Эта схема, содержащая меньшее число резисторов и конденсаторов, позволяет более полно использовать усилительные свойства транзистора T_8, так как его коллекторную цепь шунтирует всего один резистор (R_{34}), а у транзистора T_6 их три (R_{27}, R_{29} и R_{30}).

Недостатком такой схемы стабилизации с общей отрицательной обратной связью является то, что в ней трудно осуществить автоматическую регулировку усиления, так как уменьшение тока коллектора в первом каскаде приводит к увеличению тока во втором, а уменьшение тока второго каскада — к резкому уменьшению напряжения на коллекторе первого. Поэтому режимы работы транзисторов первого каскада, используемого в схеме автоматической регулировки усиления, и второго каскада усилителя промежуточной частоты стабилизируются собственными обратными связями по постоянному току.

Все каскады усилителя промежуточной частоты охвачены собственными отрицательными обратными связями по переменному току (резисторы R_{28}, R_{31}, R_{33} и R_{35}), что позволяет значительно повысить стабильность работы усилителя и дает возможность использовать в его схеме диффузионные транзисторы, например типов П402, П403 и др. с разбросом по β от 15—20 до 300. При этом заметного изменения коэффициента усиления усилителя промежуточной частоты наблюдаться не будет. Кроме того, подобные собственные отрицательные обратные связи позволяют увеличить входные и выходные сопротивления транзисторов и дают возможность тем самым умень-

шить их шунтирующее действие на резонансные контуры полосовых фильтров, что в свою очередь приводит к повышению их избирательных свойств.

В усилителе промежуточной частоты каждому из каскадов усиления с полосовым фильтром, включенным в цепь коллектора (транзисторы T_7 и T_9), предшествуют апериодические (резисторные) каскады, собранные на транзисторах T_6 и T_8. Такое построение схемы усилителя промежуточной частоты возможно только при использовании в нем главным образом транзисторов П402, П403, П416А, П416Б и др, которые на высоких частотах имеют достаточно высокий коэффициент усиления по току.

Усилители промежуточной частоты, у которых в коллекторных цепях каждого транзистора включены резонансные контуры, требуют применения нейтрализации внутренних паразитных обратных связей транзисторов, чтобы можно было получить достаточный запас устойчивости работы такого усилителя при большом усилении. Основное преимущество этих схем заключается в том, что в них можно применять низкочастотные транзисторы (например, П14, П15 и др.), а наличие резонансных контуров в каждом каскаде позволяет иметь в схеме усилителя промежуточной частоты минимальное число транзисторов. Последнее обстоятельство особенно важно при массовом производстве приемников.

Однако в радиолюбительской практике применение схем с нейтрализацией связано с рядом неудобств. В этих схемах довольно трудно получить достаточно полную компенсацию внутренних обратных связей из-за нестабильности параметров схемы и транзисторов. Имеются также трудности в обеспечении хорошей противофазности, создаваемой цепями нейтрализации. Перекомпенсация внутренних обратных связей приводит к снижению коэффициентов усиления транзисторов и к уменьшению их входных и выходных сопротивлений, а следовательно, и к ухудшению избирательных свойств резонансных контуров. Поэтому усилители промежуточной частоты с нейтрализацией чаще всего встречаются в промышленных приемниках, у которых на входе включен фильтр сосредоточенной селекции, обеспечивающий избирательные свойства приемника.

Примененная в приемнике схема усилителя промежуточной частоты очень удобна в радиолюбительской практике, когда несколько большее количество транзисторов и их стоимость не являются решающим фактором. Принятое построение схемы усилителя промежуточной частоты с чередующимися каскадами полностью устраняет необходимость применения цепей нейтрализации даже при очень большом усилении, так как практически полностью устраняет внутреннюю паразитную обратную связь между каскадами, в коллекторных цепях которых включены резонансные контуры. В ней также полностью исключается при настройке взаимное влияние резонансных контуров и обеспечивается возможность получения весьма простыми средствами эффективной регулировки в широких пределах полосы пропускания усилителя промежуточной частоты.

В усилителе промежуточной частоты используются три полосовых двухконтурных фильтра с переменной емкостной связью. Первый полосовой фильтр включен на входе усилителя промежуточной частоты. Его контур $L_{19}C_{49}$ включен в коллекторную цепь транзистора T_4 в смесительном каскаде второго преобразователя частоты, а катушка связи L_{20} с контуром $L_{21}C_{50}$ подключена к цепи базы транзистора T_6 и к коллектору транзистора T_5. Колебательный контур

$L_{22}C_{57}$ второго полосового фильтра включен в цепь коллектора транзистора T_7, а катушка связи L_{24} с контуром $L_{23}C_{59}$ — в цепь базы транзистора T_8. Контуры третьего полосового фильтра $L_{25}C_{61}$ и $L_{26}C_{64}$ включены в цепь коллектора транзистора T_9 и в цепь базы детектора, собранного на транзисторе T_{10}.

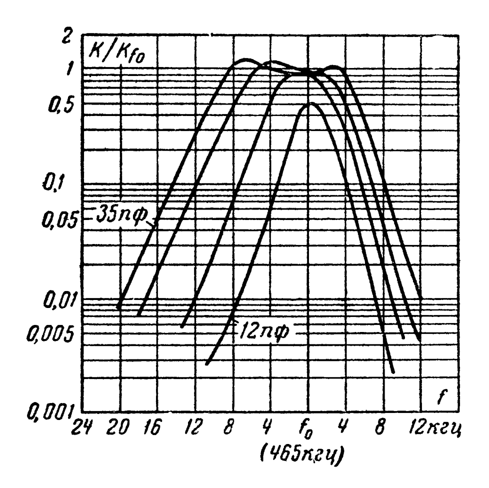


Рис. 4. Частотные характеристики усилителя второй промежуточной частоты.

Для получения эффективно регулируемой полосы пропускания усилителя промежуточной частоты во всех его трех полосовых фильтрах одновременно производится изменение емкости конденсатора связи C_{52}, C_{60}, C_{62}. Частотная характеристика усилителя при раз-

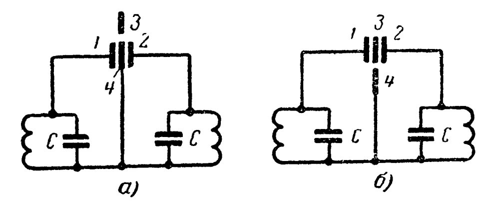


Рис. 5. Принципиальная схема специального конденсатора связи полосового фильтра

а — минимальная связь между контурами.
б — максимальная связь между контурами.

личных значениях емкости связи показана на рис. 4. Из этого рисунка видно, что полоса пропускания усилителя промежуточной частоты на уровне 0,707 (3 *дб*) от максимального значения может изменяться от 2,5 до 16 *кгц* при абсолютном изменении усиления менее чем

в 2 раза. Недостатком такой регулировки полосы пропускания в изготовленном образце приемника является то, что середина кривой при расширении полосы пропускания смещается в сторону нижних частот. Этот недостаток может быть устранен изготовлением специальной конструкции конденсатора связи, как показано на рис. 5.

Неподвижные пластины *1* и *2* такого конденсатора подключаются к колебательным контурам полосового фильтра, а подвижные пластины *3* и *4*, закрепленные на гетинаксовой пластине, могут перемещаться внутри пластин *1* и *2*, причем пластина *4* заземляется, а пластина *3* остается свободной. Если между пластинами *1* и *2* находится пластина *4* (рис. 5,*а*), то к емкости конденсаторов *С* контуров добавляются емкости, образованные пластинами конденсаторов *1—4* и *2—4*. Если же между этими пластинами находится пластина *3* (рис. 5, *б*), то емкость связи между контурами полосового фильтра увеличивается, а емкость самих контуров уменьшается. Площадь пластины *4* должна быть в 2 раза меньше площади остальных пластин, причем уменьшение площади пластины *4* следует производить за счет уменьшения в 2 раза ее высоты.

Детекторный каскад приемника выполнен на транзисторе T_{10}, работающем в режиме эмиттерного детектирования. В эмиттерную цепь этого транзистора включен резистор нагрузки R_{38}, блокировочный конденсатор C_{65} и фильтр нижних частот $R_{39}C_{66}$. Такой детектор по сравнению с диодным детектором вносит меньшие нелинейные искажения (особенно при детектировании малых сигналов) и имеет в 10—20 раз большее входное сопротивление. Высокое входное сопротивление детекторного каскада позволяет полнее использовать усилительные свойства оконечного каскада усилителя промежуточной частоты и свести до минимума шунтирующее действие детектора на колебательные контуры полосового фильтра $L_{25}C_{61}$ и $L_{26}C_{64}$. Наличие усиления по постоянному току в схеме детектора облегчает возможность выполнения эффективных схем автоматической регулировки усиления.

В схеме приемника применена усиленная автоматическая регулировка усиления с задержкой. Принцип ее действия заключается в следующем. Транзистор T_5, выполняющий функции усилителя постоянного тока, коллекторным и эмиттерным выводами подключен параллельно резистору R_{25}. На базу этого транзистора с нагрузки детектора R_{38} через резистор R_{23} поступает отрицательное смещение, а через резистор R_{22} подается напряжение задержки от батареи $Б_1$ (гальванический элемент типа «Сириус»). Если сигнала нет, то транзистор T_{10} заперт, так как цепь его базы замкнута малым активным сопротивлением катушки L_{26} и, следовательно, падение напряжения на резисторе R_{38} равно нулю. В этом случае отрицательное смещение на базе транзистора T_5 отсутствует и ток его коллектора значительно меньше тока, протекающего через резистор R_{25}. Транзистор T_5 при этом заперт положительным напряжением, поступающим на его базу через резистор R_{22}, и первоначально заданный режим работы транзистора T_7 и чувствительность приемника не изменяются.

При появлении сигнала на нагрузке детектора — резисторе R_{38} возникает отрицательное по отношению к корпусу напряжение. В этом случае на базе транзистора T_5 действуют одновременно два напряжения: положительное от батареи $Б_1$, запирающее этот транзистор, и отрицательное из цепи детектора, отпирающее его. С момента, когда отрицательное напряжение на базе транзистора T_5 окажется больше положительного напряжения задержки, транзистор

начнет отпираться и его коллекторная цепь будет шунтировать резистор R_{25}. Это приведет к уменьшению тока коллектора транзистора T_6 и к снижению его коэффициента усиления, а следовательно, и к уменьшению общего коэффициента усиления приемника.

На рис. 6 приведена характеристика работы автоматической регулировки усиления при различных значениях сопротивления резистора R_{22} в цепи задержки и сопротивлении резистора $R_{23}=43$ *ком*. Здесь по горизонтальной оси отложены в логарифмическом масштабе значения напряжений U_1, приложенных к базе транзистора T_4, а по вертикальной оси даны в линейном масштабе значения продетектированных напряжений U_2, измеренных на выходе детектора при глубине модуляции входного сигнала 30%. Как видно из этого ри-

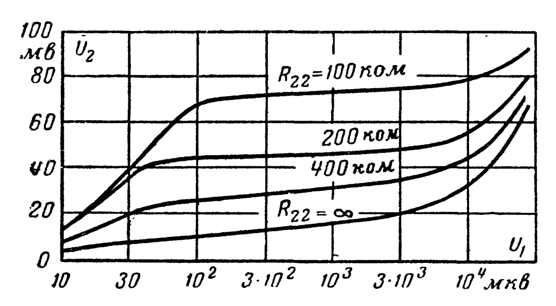


Рис. 6. Характеристика работы АРУ.

сунка, при сопротивлении резистора R_{22}, равном 200 *ком*, и изменении напряжения на входе от 60 *мкв* до 6 *мв*, т. е. в 100 раз, напряжение на выходе детектора изменяется не более чем на 22%, а при изменении сигнала на входе от 60 *мкв* до 24 *мв*, т. е. в 400 раз, — не более чем в 2 раза.

Примененная схема автоматической регулировки усиления обеспечивает прием большинства станций на одном уровне громкости. Вместе с тем она очень проста в налаживании, так как требует подгонки сопротивлений только резисторов R_{22} и R_{23}, подбираемых в зависимости от величины коэффициента усиления по току транзистора T_5. Указанные на схеме сопротивления этих резисторов соответствуют транзистору с коэффициентом усиления по току $\beta=100$. При меньшем или большем β транзистора T_5 сопротивления резисторов R_{22} и R_{23} нужно соответственно уменьшить или увеличить (в такое же число раз).

Усилитель низкой частоты содержит три каскада усиления. Первые два предварительные каскада собраны на транзисторах T_{11} и T_{12}, а третий оконечный двухтактный каскад — на транзисторах T_{13} и T_{14}. Все эти транзисторы включены по схеме с общим эмиттером. Предварительные каскады усилителя питаются через стабилизатор напряжением 2,6 *в*, а оконечный каскад — непосредственно от батареи $Б_2$ напряжением 4,5 или 9 *в* (две батареи типа КБС-л-0,5, соединенные параллельно или последовательно).

Транзистор T_{11} работает при токе коллектора 0,3 *ма*, транзистор T_{12} при токе 0,7 *ма*, а транзисторы T_{13} и T_{14} — при токе покоя каждого 3—5 *ма*, если напряжение батареи $Б_2$ равно 4,5 *в*, или при то-

ке 4—6 *ма,* если напряжение этой батареи равно 9 *в*. Напряжение между коллектором и эмиттером у транзистора T_{11} составляет 0,4—0,6 *в*, у транзистора T_{12} — 2—2,2 *в*, а у транзисторов T_{14} и T_{15} — 4,5 или 9 *в*. Для создания начального смещения на базы транзисторов T_{13} и T_{14} используется эмиттерный ток транзистора T_{12}. Благодаря этому исключаются потери тока в цепи смещения транзисторов T_{13} и T_{14}, а их начальные токи становятся практически независимыми от напряжения батареи $Б_2$.

Весь усилитель низкой частоты охвачен общей отрицательной обратной связью по переменному току глубиной не менее 10 *дб*. Напряжение обратной связи снимается с обмотки *III* трансформатора $Тр_2$ и подается через резистор R_{44} в эмиттерную цепь транзистора T_{11}. Эта обратная связь снижает выходное сопротивление усилителя и повышает его входное сопротивление. Низкое выходное сопротивление, оказывая демпфирующее действие на громкоговоритель *Гр*, улучшает его работу, а высокое входное сопротивление усилителя повышает эффективность работы детекторного каскада. Большая чувствительность и высокое входное сопротивление усилителя низкой частоты обеспечивают также его хорошую работу от пьезоэлектрического звукоснимателя *Зв*.

Стабилизатор, позволяющий получить не зависящее от напряжения батареи $Б_2$ напряжение 2,6 *в* для питания каскадов высокой частоты и предварительных каскадов усилителя низкой частоты, собран на транзисторе T_{15} и четырех последовательно включенных опорных диодах $Д_1$—$Д_4$. Транзистор T_{15} в схеме стабилизатора играет роль регулировочного сопротивления в цепи питания каскадов приемника. Стабилизатор практически не потребляет тока от источника питания.

ДЕТАЛИ, КОНСТРУКЦИЯ И МОНТАЖ

В приемнике использованы в основном готовые детали: резисторы типа УЛМ, МЛТ-0,125 или МЛТ-0,25, конденсаторы постоянной емкости типов ПМ (в контурах усилителя промежуточной частоты), КСО-1 (в контурах первого и второго преобразователя частоты), ЭМ, ЭГЦ, БМ-2 и МБМ, резистор переменного сопротивления с двухполюсным выключателем и блок конденсаторов переменной емкости с твердым диэлектриком фирмы «Тесла», малогабаритные подстроечные конденсаторы типа КПКМ, переключатели диапазонов типов 3П6НПМ и 5П2НПМ. Конденсаторы C_2 и C_{16} лучше брать типа ЭТО.

К самодельным деталям относятся: катушки, трансформаторы, монтажные панели блоков, экраны, верньерное устройство настройки, шкала, корпус приемника и другие детали.

Катушки L_1, L_2, L_{10}—L_{18} намотаны на каркасах, изготовленных из полистирола, органического стекла или электрокартона в соответствии с рис. 7. Каркасы с катушками помещены в броневые сердечники типа СБ-1а. Катушка L_1 (индуктивность 0,18 *мгн*, добротность 60—80) содержит 92 витка провода ПЭВ 0,1—0,18 (по 46 витков в каждой секции каркаса). Точно такая же и катушка L_2. Обе эти катушки надо располагать в сердечниках так, чтобы их выводы (концы обмоток) находились со стороны той половины сердечника, внутри которой имеется резьба для ввинчивания подстроечника, а направление витков обеих катушек было одинаковым. Сами сер-

дечники приклеивают на монтажную панель подстроечниками в одну сторону, помещая их рядом.

Выполнение катушек L_1 и L_2 в броневых сердечниках позволяет значительно уменьшить их поле рассеивания и восприимчивость к внешним помехам, а также упростить настройку полосового фильтра первой промежуточной частоты.

Катушка L_{10} (индуктивность 0,25 *мгн*) состоит из 10+98 витков провода ПЭВ 0,17—0,18 (10+44 витка в одной секции и остальные витки в другой). Катушки L_{11}—L_{14} размещаются на одном каркасе, причем L_{13} (92 витка провода ПЭВ 0,17, добротность 60—80) и L_{14} (25 витков провода ПЭВ 0,1) наматывают одновременно (в два провода), заполняя равномерно сначала одну, а затем другую секции каркаса. Катушки L_{11} (1 виток провода ПЭВ 0,12) и L_{12} (3 витка провода ПЭВ 0,12) располагают во второй секции, ближе к ее средней части. Катушки L_{15} (1 виток провода ПЭВ 0,12), L_{16} (3 витка провода ПЭВ 0,12), L_{17} (195 витков провода ПЭВ 0,12) и L_{18} (28 витков провода ПЭВ 0,1) тоже размещаются на одном каркасе и наматываются так же, как и катушки L_{11}—L_{14}.

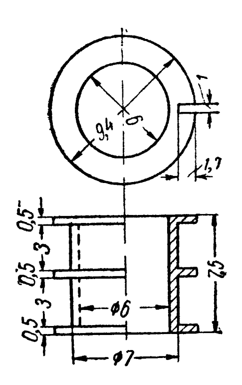


Рис. 7. Каркасы для катушек L_1, L_2, L_{10}—L_{18}.

Катушку L_3 магнитной антенны коротких волн, содержащую 13 витков посеребренного провода диаметром 1 *мм*, наматывают с шагом 5 *мм* на каркасе из полистирола или органического стекла (рис. 8). Концы катушки жестко закрепляют, а провод ее приклеивают к каркасу полистирольным клеем (раствор полистирола или органического стекла в дихлорэтане). Каркас с катушкой располагают в средней части ферритового стержня марки Ф20 диаметром 9,5 и длиной 180 *мм*. Начало катушки соединяют с заземляющей шиной, а к четвертому витку, предварительно очистив место пайки от клея, припаивают гибкий провод и соединяют его с концом катушки L_6. Добротность катушки L_3, собранной на ферритовом стержне, более 250. Катушку связи с антенной L_4 (5 витков провода ПЭВ 0,13) наматывают на каркасе, склеенном из прессшпана толщиной 0,1 *мм* или плотной бумаги, и располагают на ферритовом стержне со стороны начала обмотки катушки L_3. Расстояние между катушками L_3 и L_4 подбирают опытным путем.

Катушки L_5—L_7 размещают на каркасе, изготовленном из полистирола или органического стекла в соответствии с рис. 9. Сначала наматывают катушку L_5 (10 витков посеребренного провода) диаметром 0,5 *мм* (шаг намотки 0,8 *мм*, добротность на частоте 6 *Мгц* не меньше 100) и проклеивают ее полистирольным клеем. В каркас ввинчивают два подстроечника от сердечника СБ-1а так, чтобы они располагались в средней части катушки и плотно соприкасались друг с другом. Это необходимо для сохранения стабильности частоты гетеродина при механических толчках и акустической вибрации, которая может возникать при работе приемника на большой громкости. Катушки L_6 и L_7 по одному витку провода ПЭШО 0,12 каждая наматываются на катушку L_5 в средней ее части. Такое расположение катушек L_6 и L_7 позволяет уменьшить поле рассеивания между

ними и катушкой L_5 и получить практически не зависящую от частоты амплитуду колебаний гетеродина во всех поддиапазонах коротких волн.

Катушки L_8 и L_9 наматывают на гильзах длиной 30 *мм*, склеенных клеем БФ-2 или БФ-4 из двух слоев плотной бумаги. Оправкой

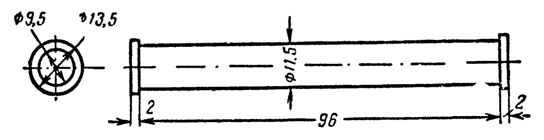


Рис. 8. Каркас для катушки L_3.

при склеивании гильз служит сам сердечник катушек — ферритовый стержень марки Ф600 диаметром 8,5 и длиной 160 *мм*. Катушка L_8 (10+51 виток провода ЛЭШО 18×0,07) разбита на три трехслойные секции. В первом слое каждой секции 8, во втором 7 и в третьем

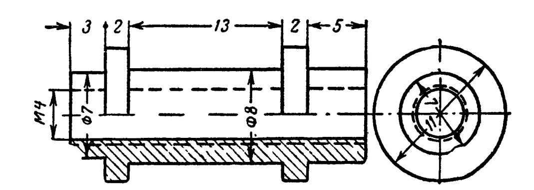


Рис. 9. Каркас для катушек L_5—L_7.

5 витков (в третьей секции третьего слоя 6 витков). Расстояние между секциями 1,5—2 *мм*. Витки катушки надо пропитать полистирольным клеем. Катушка L_9 (12+188 витков провода ЛЭШО 6× ×0,07) размещается на другой гильзе и тоже разбита на три секции, причем в каждой секции должно быть по пять слоев обмотки. В первых двух секциях в первом слое 17, во втором 15, в третьем 13, в четвертом 11 и в пятом 9 витков. В третьей секции число витков в каждом слое на один виток больше.

Катушки L_{19}—L_{26} каркасов не имеют. Для их намотки необходимо приспособление, состоящее из цилиндрической оси и двух шайб (рис. 10), изготовленных из латуни, стали или другого материала. Перед намоткой той или иной катушки одну из шайб (рис. 10, *б*) надевают на ось (рис. 10, *а*), а другую шайбу (рис. 10, *в*) привинчивают к торцу оси. Ось укрепляют в станке для намотки катушек или в дрели. В промежутке между шайбами ось обертывают двумя слоями тонкой бумаги, смазанной вазелином. Им же смазывают и внутренние поверхности шайб. Витки катушки укладывают плотно, скрепляя каждый слой клеем. После просушки в течение 1—2 *ч* при комнатной температуре готовую катушку осторожно снимают с оси, пинцетом вынимают из нее бумажную гильзу и помещают катушку в броневой сердечник типа СБ-1а, половинки которого склеивают за-

тем клеем БФ-2. Катушки L_{19}, L_{21}—L_{23}, L_{25} и L_{26} содержат по 58 витков провода ЛЭШО 12×0,07 (индуктивность каждой 61 *мкгн*). Катушка L_{20} (8 витков провода ПЭВ 0,12) наматывается на катушку L_{21}, а катушка L_{24} (13 витков провода ПЭВ 0,12) — на катушку L_{23}.

Бескаркасная намотка, броневые сердечники и провод ЛЭШО позволяют довести добротность катушек полосовых фильтров до 170 на частоте 465 *кгц*, а это в свою очередь дает возможность получить переменную полосу пропускания усилителя промежуточной частоты от 2,5 до 16 *кгц*.

Дроссель *Др* наматывают на каркасе (рис. 7) рядами проводом ПЭВ 0,15 сначала в одной секции до заполнения, а затем в другой,

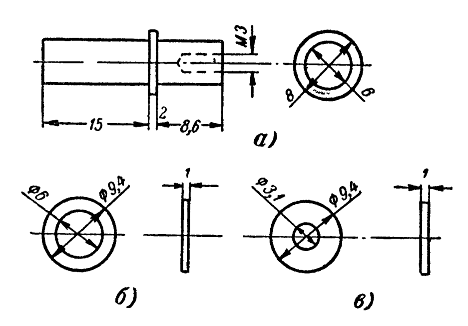


Рис. 10. Детали приспособления для намотки катушек.

тоже до заполнения. Обмотку дросселя помещают в броневой сердечник типа СБ-1а.

Трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ выполнены на сердечниках из пермаллоевых пластин ШП-7 (ширина внутреннего керна магнитопровода 7 *мм*, площадь окна 6×20 *мм*, толщина пакета 10 *мм*) с обмотками без каркасов. Для их намотки надо из твердого дерева, латуни, дюралюминия или других аналогичных по твердости материалов, не растворяющихся в дихлорэтане, сделать оправку, как и для бескаркасной намотки катушек L_{19}—L_{26} (см. рис. 10), размерами по сердечнику.

Все обмотки трансформаторов, за исключением обмотки *I* трансформатора $Тр_1$, наматывают рядами, причем каждый ряд пропитывают полистирольным клеем. Обмотка *I* трансформатора $Тр_1$ состоит из 1560 витков провода ПЭВ 0,12 (сопротивление постоянному току около 300 *ом*, индуктивность 15 *гн* на частоте 1 *кгц* без подмагничивания обмотки постоянным током), а обмотки *II* и *III* содержат по 670 витков провода ПЭВ 0,17 (сопротивление постоянному току примерно по 35 *ом*). Обмотки *I* и *II* трансформатора $Тр_2$ содержат по 210 витков провода ПЭВ 0,3 (сопротивление постоянному току примерно по 3,5 *ом*), а обмотка *III* состоит из 105 витков провода ПЭВ 0,55—0,62 (сопротивление постоянному току 0,42 *ом*).

Намотку трансформаторов следует производить в соответствии с рис. 11, обращая внимание на то, чтобы все обмотки и половины обмоток имели целое число рядов. При этом можно изменять коэффициенты трансформации между первичными и вторичными обмот-

ками трансформаторов на 10—15%, оставляя равными единице коэффициенты трансформации между обмотками *II* и *III* у трансформатора $Тр_1$ и обмотками *I* и *II* у трансформатора $Тр_2$.

Сердечник трансформатора $Тр_2$ собирают вперекрышку, а сердечник трансформатора $Тр_1$ делают с зазором в 0,1 *мм*.

Показанный на рис. 11 порядок намотки трансформаторов выгодно отличается от обычно применяемого для двухтактных схем усилителей порядка намотки в два провода тем, что позволяет получить очень малую индуктивность рассеивания между всеми тремя

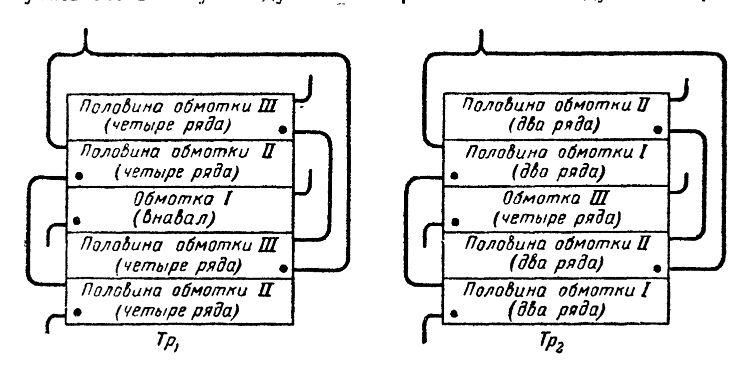


Рис. 11. Порядок намотки трансформаторов $Тр_1$ и $Тр_2$.

Жирными точками обозначены начала обмоток.

обмотками и значительно меньшую межвитковую емкость, благодаря чему удается заметно расширить полосу пропускания этих трансформаторов на высоких частотах и сконструировать усилитель низкой частоты, обеспечивающий эффективное усиление в спектре от 30—50 *гц* до 15—30 *кгц*. Малая индуктивность рассеивания между первичными и вторичными обмотками трансформатора дает возможность в усилителе низкой частоты ввести более глубокую общую отрицательную обратную связь и повысить тем самым качественные показатели усилителя.

Бескаркасная намотка позволяет более полно использовать окно сердечника. Это дает возможность увеличить число витков обмоток трансформатора и диаметр провода, а следовательно, получить более высокий к. п. д. трансформатора и лучшую частотную характеристику коэффициента передачи в области низших частот рабочего диапазона.

Трансформаторы $Тр_1$ $Тр_2$ можно выполнить и на сердечниках из пластин трансформаторной стали. В этом случае надо увеличить сечение сердечника (до 1—1,2 *см*^{2}), площадь окна (до 1,5—2 *см*^{2}) и число витков всех обмоток (на 20—40%). Сердечники обоих трансформаторов при этом собираются вперекрышку.

Верньерное устройство приемника дает замедление в 7 раз. Оно состоит из шкива *1*, укрепленного на оси ротора конденсаторов настройки, приводной оси *2* и угольника *3*, фиксирующего положение приводной оси (рис. 12). Конденсаторы настройки, приводная ось и угольник крепятся на панели из гетинакса или текстолита размера-

ми 64×64 *мм*. Эта панель является частью блока, на котором смонтированы все элементы первого преобразователя частоты, второго гетеродина, входные цепи второго преобразователя частоты, магнитные антенны и шкала приемника (рис. 13). На этом блоке укреплены также ролики *4*. Капроновая нить толщиной 0,2—0,3 *мм*, натянутая на ролики *4* и шкив *1*, приводит в движение стрелку шкалы приемника. Ролики вблизи шкива крепятся при помощи угольников так,

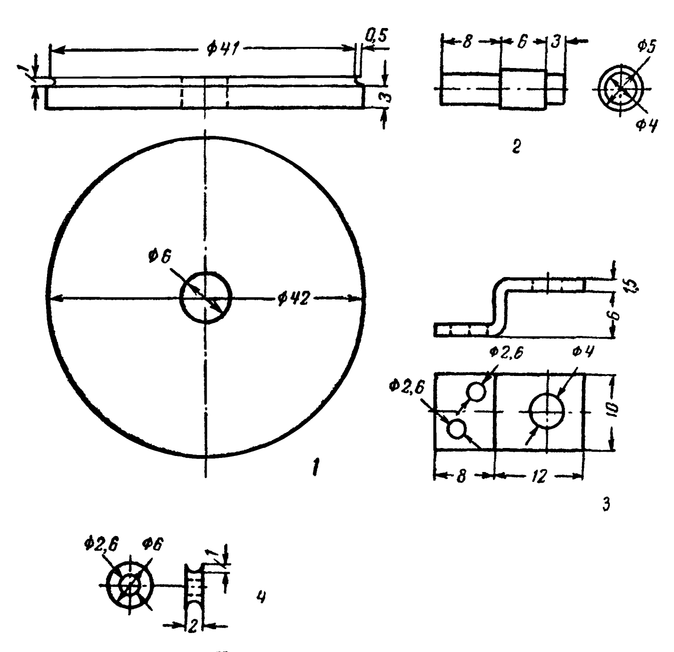


Рис. 12. Детали верньерного устройства.

1 — шкив; *2* — приводная ось; *3* — угольник для крепления приводной оси; *4* — ролик.

чтобы плоскости их вращения были касательными к окружности шкива. Это предотвращает спадание капроновой нити с роликов при настройке приемника. Панели блока скреплены между собой при помощи угольников и винтов диаметром 3 *мм*.

Шкив и ролики могут быть изготовлены из стали, дюралюминия или латуни, а приводная ось и угольник — из стали или латуни. Вращение от приводной оси передается непосредственно шкиву. Надежное и мягкое сцепление между ними обеспечивается надетой на утолщенную часть приводной оси резиновой трубкой (можно использовать трубку для ниппельных устройств велосипедных камер).

Шкалу приемника и два диска указателей диапазонов волн сначала рисуют на бумаге (в масштабе 1,5 : 1 по сравнению с размерами на рис. 13, *а*), а затем рисунок переносят на фотографическую бумагу способом контактной печати. Диски указателей диапазонов

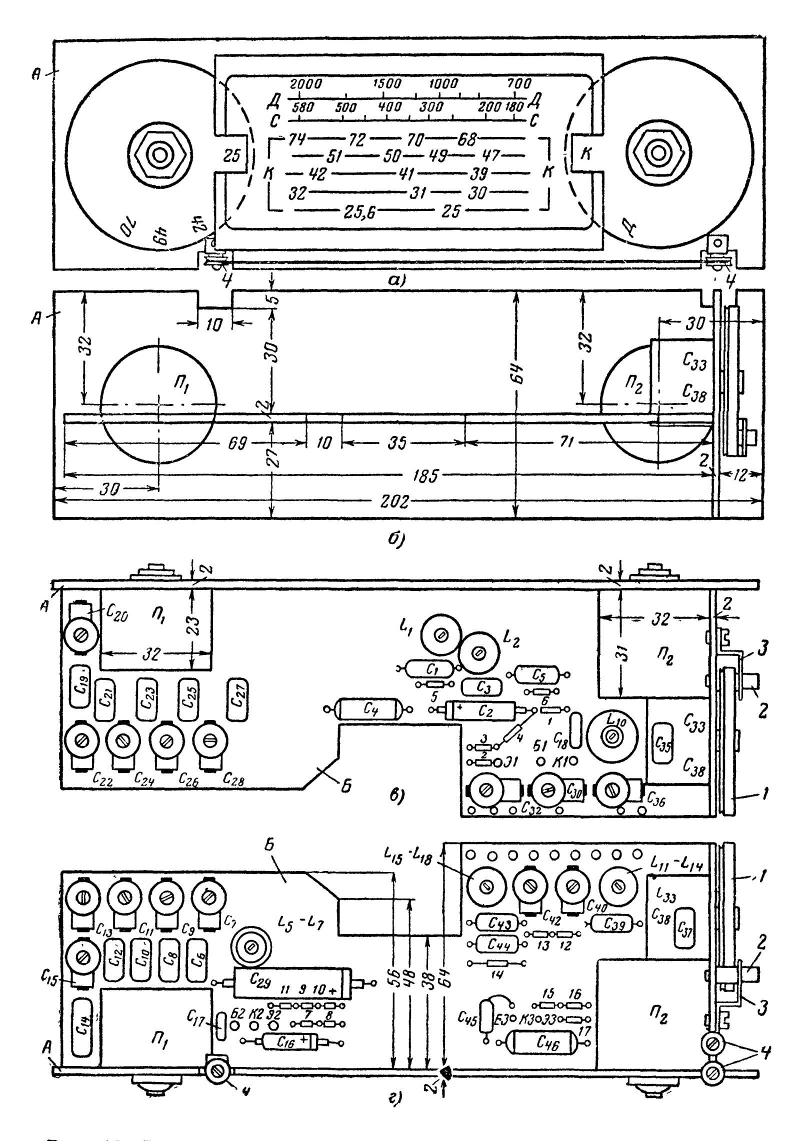


Рис. 13. Блок первого преобразователя частоты, второго гетеродина и входных цепей второго смесителя.

а — вид сверху; *б* — вид снизу; *в* — вид со стороны передней стенки приемника; *г* — вид со стороны задней стенки.

жестко скрепляют с соответствующими осями переключателей диапазонов. Для этого в осях переключателей у самого их основания просверливают отверстия диаметром 0,7—1 *мм* и в эти отверстия вставляют соответствующей толщины проволоку, концы которой приклеивают клеем БФ-2 или БФ-4 к дискам указателей диапазонов волн.

Переключатели диапазонов $П_1$ и $П_2$ крепятся к панели *А*, а магнитные антенны $МА_1$ и $МА_2$ располагаются по обеим сторонам панели *Б* непосредственно под панелью *А*. Все остальные детали первого преобразователя частоты, второго гетеродина и входных цепей второго смесителя размещаются по обеим сторонам панели *Б*. На этой панели (рис. 13, *в* и *г*) возле каждой детали показаны отверстия диаметром 1 или 2—2,5 *мм*. В мелкие отверстия, которые по существу служат для закрепления деталей, просовывают выводы резисторов, конденсаторов и транзисторов, а затем загибают или просто запаивают их с противоположной стороны панели. Отверстия большого диаметра предназначены для пистонов, используемых при монтаже, главным образом для крепления и соединения тех деталей, которые должны подбираться при настройке приемника. Пистоны используются также для крепления транзисторов и межблочных соединений. Броневые сердечники катушек приклеивают к панели *Б* клеем БФ-2 или БФ-4, а экран катушки L_{10} привинчивают к ней. Подстроечные конденсаторы типа КПКМ крепят своими выводами или приклеивают. Отверстия, в которые должны вставляться выводы транзисторов отмечены надписями *Э1* (эмиттер транзистора T_1), *К1* (коллектор транзистора T_1) и т. д. для всех транзисторов приемника. Цифры *1*, *2*, *3*... около резисторов соответствуют обозначениям R_1, R_2, R_3. Обозначения конденсаторов и катушек приводятся полностью.

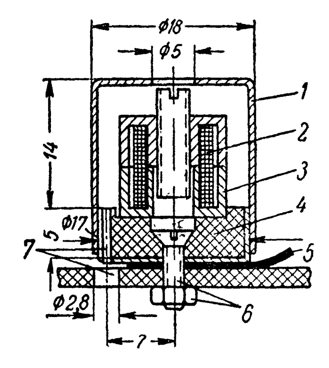


Рис. 14. Конструкция катушек L_{10} и L_{19}—L_{26}.

1 — экран; *2* — катушка; *3*—броневой сердечник; *4* — изоляционная прокладка из гетинакса; *5* — контакт для соединения экрана с шасси; *6* — крепежный болт; *7* — отверстия для выводов катушки.

На рис. 14 приведен конструктивный чертеж катушек L_{10} и L_{19}—L_{26} с экранами и показано, как экран крепится к панели. Экраны можно изготовить из листовой латуни, алюминия или белой луженой жести толщиной 0,3—0,5 *мм* (можно использовать в качестве экранов и корпусы от электролитических конденсаторов диаметром 16—18 *мм*). Броневой сердечник катушек приклеивают к прокладке из гетинакса клеем БФ-2 или БФ-4, а экран вместе с гетинаксовой прокладкой привинчивают к панели с крепежным винтом.

Монтажные панели второго смесителя, усилителя промежуточной частоты и детектора, изготовленные из гетинакса, текстолита или стеклотекстолита толщиной 2 *мм*, показаны на рис. 15. Мелкие отверстия на этих панелях (диаметром 1—1,5 *мм*) используются для крепления резисторов, конденсаторов и транзисторов. Шесть отверстий с резьбой М3 служат для крепления экранов с катушками уси-

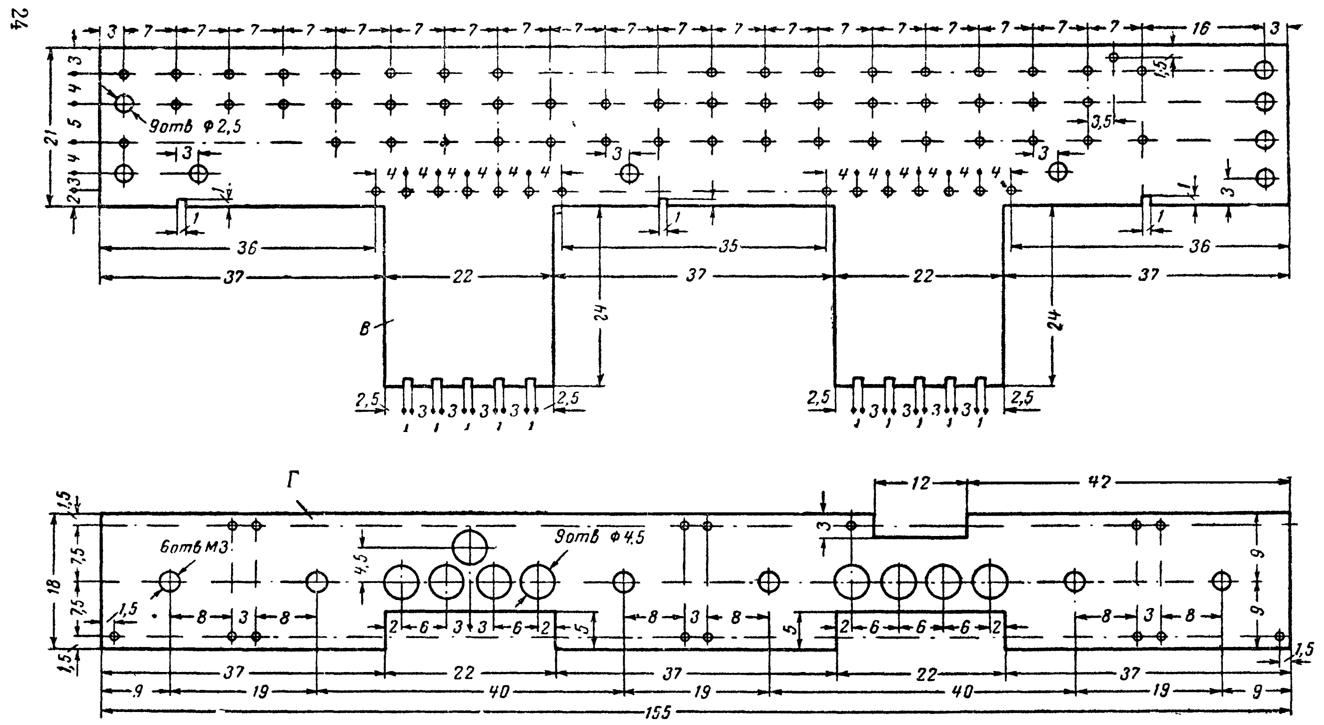


Рис. 15. Панели для блока второго смесителя, усилителя промежуточной частоты и детектора.

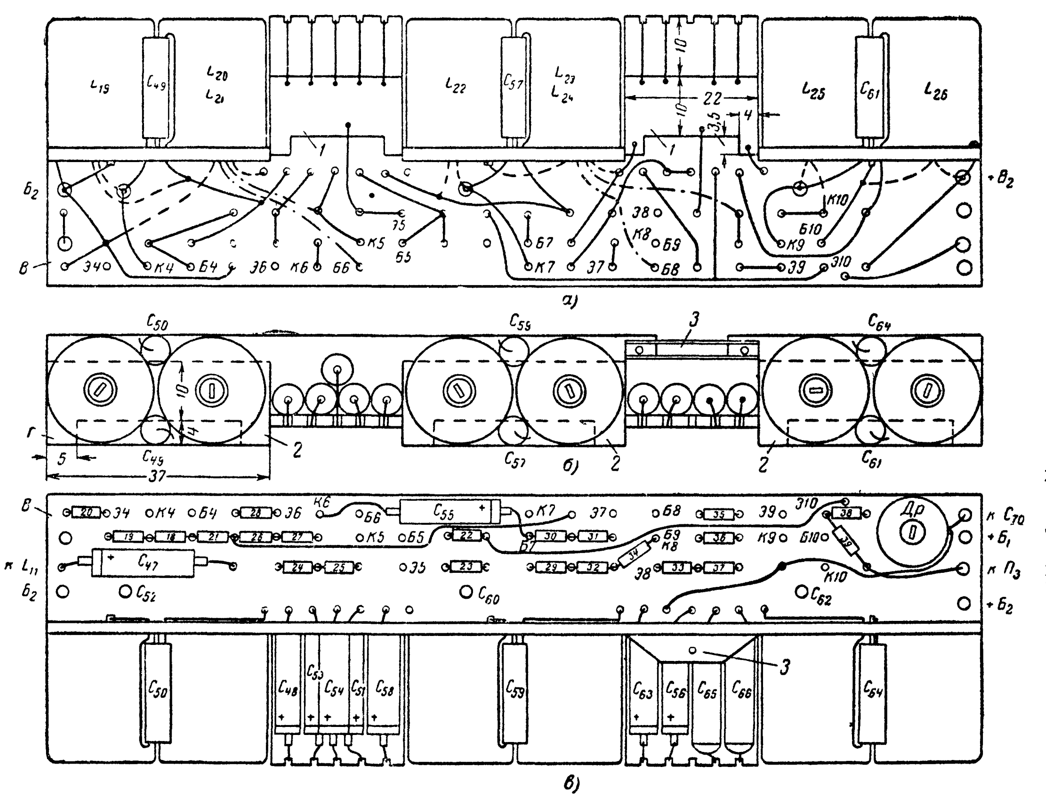


Рис. 16. Блок второго смесителя, усилителя промежуточной частоты и детектора.

а — вид снизу; *б* — вид со стороны экранов катушек полосового фильтра; *в* — вид сверху.

лителя промежуточной частоты. В девять отверстий диаметром 4,5 *мм* вставляют конденсаторы C_{48}, C_{51}, C_{53}, C_{54}, C_{56}, C_{58}, C_{63}, C_{65} и C_{66}, как показано на рис. 16. Здесь приведены три проекции блока, на котором собраны второй смеситель, усилитель промежуточной частоты с автоматической регулировкой усиления и детектором. На этом блоке показаны резисторы, конденсаторы, дроссель, катушки с экранами и скоба *3* для крепления рычага, при помощи которого изменяются емкости конденсаторов связи C_{52}, C_{60} и C_{62} (транзисторы, конденсаторы связи и рычаг не показаны).

Сборка панелей *В* и *Г* производится следующим образом. К панели *В* с нижней стороны надо приклепать две пластинки *1* из белой жести толщиной 0,3—0,5 *мм*, как показано на рис. 16, *а*. Между панелью *Г* и экранами катушек L_{19}—L_{26} прокладывают три пластинки

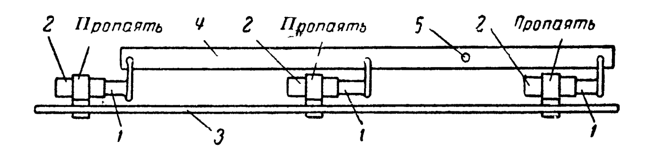


Рис. 17. Конструкция конденсаторов связи C_{52}, C_{60} и C_{62}.

1 — конденсаторы типа КТК; *2* — медная фольга; *3* — монтажная панель *Г* (см. рис. 16, *в*); *4* — пластина из гетинакса; *5* — отверстие для рычага.

2 из жести (рис. 16, *б*). Эти пластинки соединяют между собой каждые два соседние экрана катушек полосовых фильтров и служат для них заземляющей шиной. Затем панели *В* и *Г* нужно сложить взаимно перпендикулярно. При этом пластинки *1* будут находиться между пластинками *2* и стыки между ними надо пропаять. Таким образом, панели *В* и *Г* будут жестко скреплены между собой, а пластинки *1* и *2* образуют проходящую через весь блок заземляющую шину.

Конденсаторы связи C_{52}, C_{60} и C_{62} (рис. 17) изготавливают из конденсаторов типа КТК 180—240 *пф* (красного цвета) и медной фольги толщиной 0,05—0,1 *мм*. У конденсаторов КТК надо ножом соскоблить окраску, отпаять проводник, соединенный с внешним электродом, и наждачной бумагой очистить полностью этот внешний электрод. Затем конденсатор оборачивают медной фольгой. Среднюю часть полученного из фольги цилиндра обматывают голым медным проводом диаметром 0,13—0,2 *мм*, регулируя его натяжение, чтобы керамическая основа конденсатора могла свободно перемещаться внутри цилиндра. После этого фольгу и провод пропаивают. Цилиндры из фольги надо припаять к монтажной панели усилителя промежуточной частоты, на которой специально для этого укреплены пистоны (на рис. 16, *в* возле каждого пистона указано соответствующее обозначение конденсатора связи). Керамическую часть каждого из конденсаторов прикрепляют к пластине из гетинакса толщиной 1,5 *мм* за вывод, идущий от его внутреннего электрода. Для этого в пластинке просверливают отверстия диаметром 0,7—0,9 *мм*, в которые вставляются и загибаются выводы от внутренних электро-

дов конденсаторов. Эти выводы надо соединить со схемой усилителя промежуточной частоты гибкими проводами (например, проводом ЛЭШО 12×0,07). Гетинаксовая пластина *4* (рис. 17) позволяет одновременно изменять емкость всех трех конденсаторов связи при помощи рычага, вставляемого в отверстие *5* (диаметр этого отверстия должен быть равен диаметру рычага, вставляемого в это отверстие, а в самом отверстии должна быть сделана зенковка, чтобы рычаг мог свободно перемещать эту пластину при изменении емкости конденсаторов). Ось рычага закрепляется в отверстии скобы *3*, показанной на рис. 16, *б* и *в*.

На рис. 18 приведен чертеж панели, на которой собирается усилитель низкой частоты и стабилизатор напряжения приемника. Эту

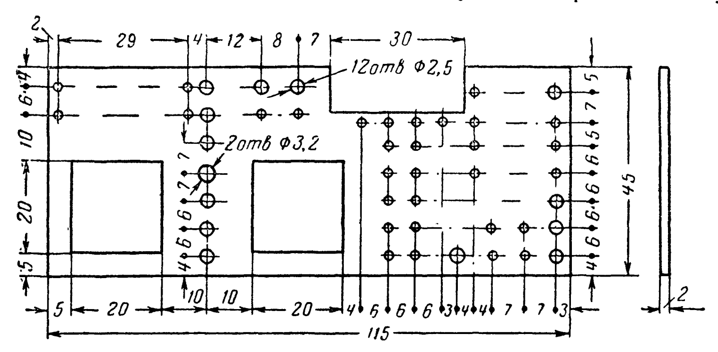


Рис. 18. Панель для блока усилителя низкой частоты и стабилизатора напряжения.

панель изготавливают из гетинакса или текстолита толщиной 2 *мм*. Мелкие отверстия (диаметром 1—1,5 *мм*) на этой панели используются для крепления резисторов, конденсаторов, маломощных транзисторов и кремниевых стабилитронов. В отверстия среднего диаметра набиваются пистоны, а отверстия большого диаметра используются для крепления панели усилителя низкой частоты к экрану блока усилителя промежуточной частоты. В квадратные отверстия входят катушки трансформаторов Tp_1 и Tp_2.

На рис. 19 показан блок усилителя низкой частоты и стабилизатора напряжения (вид сверху). На этом рисунке показаны все детали, за исключением мощных транзисторов T_{13} и T_{14}. Конденсатор развязки C_{70}, включенный на выходе стабилизатора напряжения, и резистор регулятора громкости крепятся непосредственно на экране блока усилителя промежуточной частоты.

Размещение блоков в корпусе приемника показано на рис. 20. В нижней части приемника расположен блок второго смесителя и усилителя промежуточной частоты с детектором и каскадом автоматического регулирования усиления. Этот блок заключен в экран размерами 156×46×20 *мм*, изготовленный из жести толщиной 0,3—0,5 *мм*. Блок вставляется в экран с торца, со стороны регулятора громкости R_{41} и располагается в экране, чтобы выходные цепи его находились со стороны регулятора. Чтобы предотвратить возможность

замыкания монтажных проводов экраном, блок перед установкой его в экран следует обернуть тонким прессшпаном или плотной бумагой. В задней стенке экрана надо просверлить шесть отверстий диаметром 5 *мм* и прорезать продольное отверстие. Круглые отверстия не-

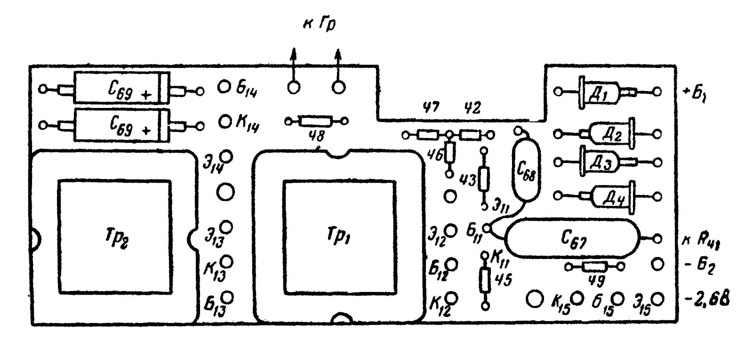


Рис. 19. Блок усилителя низкой частоты и стабилизатора напряжения.

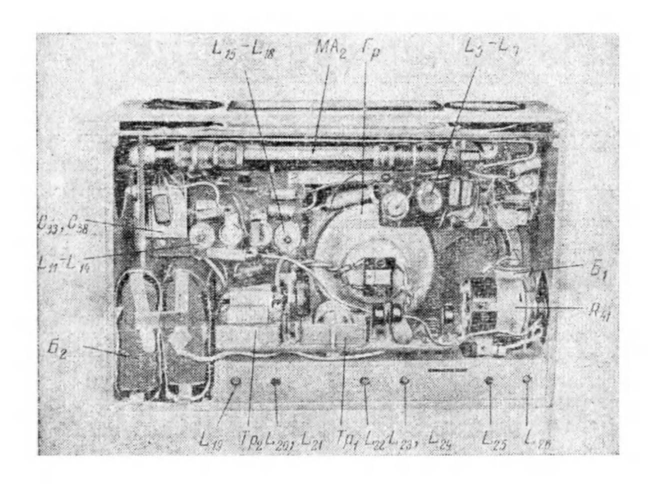


Рис. 20. Вид собранного приемника со стороны задней стенки.

обходимы для подстройки катушек полосовых фильтров. Через продольное отверстие на рычаг, регулирующий емкость конденсаторов связи C_{52}, C_{60}, C_{62}, надевается удлиняющая металлическая трубка. К верхней крышке экрана припаяна скоба из жести, сложенной вдвое, и две гайки. Скоба нужна для крепления регулятора громкости R_{41}, а гайки — для крепления блока.

В левом нижнем углу приемника помещена батарея $Б_2$, гальванический элемент $Б_1$ находится справа за регулятором громкости R_{41}. Там же укреплен и конденсатор C_{70}. Громкоговоритель *Гр* прикреплен к передней стенке приемника с правой стороны. Блок первого преобразователя, второго гетеродина и входных цепей второго смесителя помещен в верхней части корпуса. Шкала и ручки переключателей диапазонов располагаются со стороны верхней стенки приемника. Чтобы иметь доступ к панели первого преобразователя частоты при его налаживании, передняя стенка приемника (как и задняя) сделана съемной.

Ручка настройки приемника выведена на левую боковую стенку приемника. Однако, как показал опыт эксплуатации, эту ручку целесообразнее вывести на переднюю стенку приемника, как это сделано, например, в приемниках «Альпинист», «Спидола» и др. Верньерное устройство приемника позволяет такую переделку без сколько-нибудь существенных усложнений его конструкции.

Сравнивая рис. 20 с рис. 13 и 19, можно заметить некоторые различия в конструктивном выполнении блоков первого преобразователя и усилителя низкой частоты. Эти различия получились в результате усовершенствования первоначально выполненной конструкции.

Боковые и передняя стенки корпуса приемника выполнены из буковой фанеры толщиной 3,5 *мм*. Передняя стенка задрапирована радиотканью. Задняя стенка изготовлена из гетинакса толщиной 1,5 *мм* и тоже задрапирована радиотканью. В ней для улучшения звучания приемника по всей поверхности высверлены отверстия диаметром 8—12 *мм*.

Все монтажные соединения в каждом блоке следует выполнять по возможности короткими проводами. Для заземляющих шин можно использовать медные луженые или посеребренные провода диаметром 0,9—1,1 *мм*, а для остальных соединений — провода диаметром 0,35—0,5 *мм*. Там, где это возможно, вместо соединительных проводов целесообразно использовать выводные концы самих деталей. Межблочный монтаж выполняют гибкими короткими проводами. Жгутов следует избегать. Входные и выходные провода блока второго смесителя и усилителя промежуточной частоты необходимо разнести как можно дальше.

НАЛАЖИВАНИЕ И НАСТРОЙКА ПРИЕМНИКА

Для налаживания и настройки приемника желательно иметь авометр с внутренним сопротивлением не менее 5 000 *ом/в*, звуковой генератор, сигнал-генератор типа ГСС-6, ламповый вольтметр и осциллограф. Такие приборы обычно имеются в радиоклубах и радиокружках.

Налаживание начинают с проверки работы стабилизатора напряжения. Для этого, включив источник питания $Б_2$ (две свежие параллельно включенные батареи типа КБС-л-0,5) и отключив цепи питания (со стороны отрицательного полюса батареи) всех узлов приемника, измеряют ток, потребляемый стабилизатором; он должен быть 1,2—1,5 *ма*. Затем надо измерить напряжение на выходе стабилизатора (на конденсаторе C_{70}); оно должно быть в пределах 2,6—2,8 *в*. После этого параллельно конденсатору C_{70} подключают резистор сопротивлением 240—270 *ом*. Напряжение на конденсаторе

при этом должно понизиться, но не более чем на 0,1—0,2 *в*. Затем резистор отключают. Таким же путем проверяют работу стабилизатора при последовательном включении двух батарей КБС-л-0,5. В этом случае ток стабилизатора возрастает до 4—5 *ма*, а напряжение на конденсаторе C_{70} повышается на 0,1—0,3 *в*.

Если при проверке стабилизатора напряжение на конденсаторе C_{70} окажется соизмеримым с напряжением батареи или значительно меньше 2,6—3 *в*, то следует проверить исправность резистора R_{49}, транзистора T_{15}, диодов $Д_1$ — $Д_4$ и правильность их включения (для стабилизации используются прямые, а не обратные характеристики стабилитронов).

Для проверки режима работы усилителя низкой частоты батареи КБС-л-0,5 снова соединяют параллельно, подключают цепь питания всех его каскадов, отключают его вход от усилителя промежуточной частоты, устанавливают переключатель $П_3$ в положение *2*, отключают цепь отрицательной обратной связи (отпаяв один из концов резистора R_{44}), к обмотке *III* трансформатора $Тр_2$ подключают громкоговоритель или резистор сопротивлением 8 *ом* и проверяют после этого режимы транзисторов T_{11} — T_{14} по постоянному току. Напряжение на коллекторе транзистора T_{11} должно быть 0,5—0,6 *в* при токе его коллектора 0,2—0,3 *ма*, а напряжение между коллектором и эмиттером транзистора T_{12} равно 1,8—2 *в* при токе коллектора 0,6—0,8 *ма*. О токах транзисторов T_{11} и T_{12} можно судить по падению напряжения на резисторах в цепи эмиттеров. Падение напряжения на резисторе R_{43} должно быть 0,06—0,09, а на резисторах R_{46}—R_{48} (включенных последовательно) 0,36—0,5 *в*. Напряжения между коллектором и эмиттером у транзисторов T_{13} и T_{14} должны быть равны напряжению батареи $Б_2$ (т. е. 4—4,5 *в*) при токах коллекторов по 2—5 *ма*.

Если коллекторные токи транзисторов T_{13} и T_{14} больше или меньше указанных выше, то сопротивление резистора R_{48} надо соответственно уменьшить или увеличить. Коллекторные токи транзисторов T_{11} и T_{12} устанавливают подбором сопротивления резистора R_{42} в пределах от 80 до 150 *ком*. Так как эти транзисторы охвачены общей отрицательной обратной связью по постоянному току, то при увеличении сопротивления резистора R_{42} коллекторный ток у транзистора T_{11} будет уменьшаться, а у транзистора T_{12} возрастать.

Затем приступают к проверке работы выходного каскада на переменном токе. Для этого обмотку *I* трансформатора $Тр_1$ выключают из схемы и через резистор сопротивлением 5—10 *ком* подают на эту обмотку напряжение от звукового генератора частотой 1 *кгц*. Коллектор транзистора T_{12} при этом надо соединить с шиной отрицательного полюса источника питания. Параллельно обмотке *I* трансформатора $Тр_1$ подключают ламповый вольтметр, а параллельно обмотке *III* трансформатора $Тр_2$ и нагрузке — осциллограф. Напряжение от звукового генератора доводят до 0,5—0,7 *в*. Если транзисторы T_{13} и T_{14} исправны и близки по параметрам, а обмотки трансформаторов соединены правильно и в них нет короткозамкнутых витков, то на экране осциллографа будет наблюдаться синусоидальная форма напряжения. При дальнейшем увеличении напряжения от генератора форма выходного напряжения начнет искажаться, появятся ограничения, вызванные отсечкой коллекторных токов. На пороге ограничения напряжение на выходе должно быть 1,3 *в*, что соответствует выходной мощности усилителя 0,2 *вт*. Коллекторный ток каждого из транзисторов T_{13} и T_{14} при этом должен быть 30—35 *ма*.

Если две батареи КСБ-л-0,5 включить последовательно, то при увеличении напряжения от звукового генератора до 1,2—1,5 *в* выходная мощность (на пороге ограничения) возрастет до 0,8 *вт*, а коллекторные токи транзисторов T_{13} и T_{14} увеличатся до 60—70 *ма* каждый.

В оконечном каскаде приемника наряду с транзисторами П203 можно применить и транзисторы П201 или П202. Эти транзисторы надо подбирать парами (чтобы уменьшить нелинейные искажения). Подбор их можно считать удовлетворительным, если начальные токи транзисторов (когда нет сигнала) различаются не более чем на 20—30%, а ограничения положительной полуволны напряжения на выходе наступают позже отрицательной при увеличении (или уменьшении) его также на 20—30%.

Далее проверяют частотную характеристику выходного каскада, соединив для этого снова батареи КБС-л-0,5 параллельно и установив напряжение от генератора 0,2—0,3 *в*. Завал характеристики на частоте 150 *гц* при этом не должен превышать 3 *дб*.

Наладив работу выходного каскада, обмотку *I* трансформатора Tp_1 снова подключают в схему, а звуковой генератор соединяют с гнездами звукоснимателя *Зв*. Регулятор громкости (резистор R_{41}) устанавливают в положение наибольшего усиления. Напряжение звукового генератора доводят до получения на выходе усилителя максимальной неискаженной мощности (напряжение на входе усилителя при этом не должно превышать 10—12 *мв*). Если в оконечном каскаде используются транзисторы с низким коэффициентом усиления по току ($\beta = 20 \div 30$), то надо уменьшить на 20—30% сопротивления резисторов R_{42}, R_{43}, R_{45} — R_{48}.

Проверив работу усилителя низкой частоты, восстанавливают цепь отрицательной обратной связи. Усиление при этом должно уменьшиться в 3—4 раза, а форма напряжения на выходе в области низших частот должна заметно улучшиться. Если же при восстановлении цепи отрицательной обратной связи усиление возрастает или возникает самовозбуждение, то надо поменять местами выводы обмотки *III* трансформатора Tp_2 или обмотки *I* трансформатора Tp_1.

Налаживание усилителя промежуточной частоты начинают также с проверки режимов работы транзисторов по постоянному току (значения их приведены в описании принципиальной схемы приемника). Для этого включают батарею $Б_1$ (гальванический элемент типа 1,3-ФМЦ-0,25), используемую как источник напряжения задержки усиленной автоматической регулировки усиления, и подают питание от стабилизатора напряжения. Вход усилителя промежуточной частоты (конденсатор C_{47}) отключают от катушки L_{11} и замыкают его на общую (заземляющую) шину. Отключают и цепь автоматической регулировки усиления (отсоединяют резистор R_{23} от резисторов R_{38} и R_{39} и присоединяют его к общей шине). При необходимости коллекторные токи транзисторов T_4, T_6 и T_7 устанавливают путем изменения сопротивления резисторов R_{18}, R_{24} и R_{29}, а токи транзисторов T_8 и T_9 — изменением сопротивления резисторов R_{36} и R_{37} так, чтобы сумма их осталась неизменной (например, если надо уменьшить ток коллектора транзистора T_8, то уменьшают сопротивление резистора R_{37} и увеличивают R_{38}).

Затем приступают к настройке контуров полосовых фильтров. Для этого конденсатор C_{47} отсоединяют от общей шины и через него от сигнал-генератора на вход усилителя промежуточной частоты подают напряжение порядка 100 *мкв* частотой 465 *кгц*. Емкость каж-

дого из конденсаторов связи C_{52}, C_{60}, C_{62} устанавливают равной 12 *пф*±10%, и ламповым вольтметром с входной емкостью не более 10—12 *пф* измеряют напряжение между коллектором транзистора T_9 и общей шиной, изменяя при этом напряжение от сигнал-генератора так, чтобы ламповый вольтметр показывал не более 0,3 *в* (напряжение от сигнал-генератора при этом не должно превышать единиц милливольт).

Сначала настраивают в резонанс на частоту 465 *кгц* контуры $L_{25}C_{61}$ и $L_{26}C_{64}$ по наибольшему показанию лампового вольтметра и одновременно изменяют напряжение от сигнал-генератора, чтобы напряжение на коллекторе транзистора T_9 не превышало 0,5—0,7 *в*. При необходимости подбирают емкость конденсаторов C_{61} и C_{64} так, чтобы можно было настроиться в резонанс в непосредственной близости от частоты 465 *кгц* при среднем положении подстроечника в сердечниках катушек. Таким же путем настраивают контуры $L_{22}C_{57}$, $L_{23}C_{59}$, $L_{21}C_{50}$ и $L_{19}C_{49}$, уменьшая при этом напряжение от сигнал-генератора так, чтобы оно не превышало 0,5—0,7 *в* на коллекторе транзистора T_9. У настроенного усилителя промежуточной частоты надо измерить ламповым вольтметром напряжение на коллекторе транзисторов T_9, T_7 и T_4, установив напряжение от сигнал-генератора таким, чтобы на коллекторе транзистора T_9 было 0,5 *в*. Тогда на коллекторе транзистора T_7 должно быть напряжение 13—18 *мв*, на коллекторе транзистора T_4 — напряжение 0,8—1,2 *мв*, а на входе усилителя промежуточной частоты — напряжение 10—15 *мкв*. После этого к выходу усилителя промежуточной частоты переключателем $П_3$ подключают усилитель низкой частоты, ламповый вольтметр включают параллельно громкоговорителю и, подавая от сигнал-генератора модулированное напряжение 10 *мкв* частотой 465 *кгц* и глубиной модуляции 30%, подстраивают весь усилитель промежуточной частоты.

Настроив полосовые фильтры усилителя промежуточной частоты, подключают резистор R_{23} к точке соединения резисторов R_{38} и R_{39} и проверяют действие автоматической регулировки усиления. Зависимость напряжения на выходе усилителя промежуточной частоты при изменении напряжения на его входе была показана на рис. 6. Из этого рисунка видно, что оптимальная регулировочная характеристика получается при $R_{22}=200$ *ком* и $R_{23}=43$ *ком*. При этом следует учитывать, что изменение сопротивления резистора R_{22} приводит к изменению порога работы автоматической регулировки усиления, а изменение сопротивления резистора R_{23} изменяет лишь наклон самой характеристики регулировки. Так как резистор R_{23} определяет величину постоянного тока, подаваемого на вход транзистора T_5 из цепи детектора, то характеристика автоматической регулировки усиления будет более пологой при меньших значениях сопротивления резистора R_{23} или при бóльших значениях коэффициента усиления по току транзистора T_5. Поэтому сопротивление резистора R_{23} следует подбирать в зависимости от коэффициента усиления транзистора T_5, используемого в качестве усилителя постоянного тока в цепи автоматической регулировки усиления. Лучше всего для этого применять транзисторы с высоким коэффициентом усиления по току и малым обратным током.

Настройку второго преобразователя частоты начинают с отключения конденсатора C_{45} от базы транзистора T_3. Затем проверяют режим работы транзистора T_3 по постоянному току (он должен соответствовать приведенному в описании принципиальной схемы при-

емника). При необходимости ток коллектора устанавливают изменением сопротивления резисторов R_{15} или R_{16}.

После этого конденсатор C_{45} соединяют с базой транзистора T_3 и приступают к проверке работы гетеродина. Для этого конденсатор C_{47} подключают к катушке L_{11}, переключатель диапазонов $П_2$ устанавливают в положение *1* (длинные волны), конденсаторы C_{33} и C_{38} устанавливают на максимальную емкость, резистор R_{13} сопротивлением 560 *ом* заменяют (временно) резистором сопротивлением 300 *ом*, к контакту *1* переключателя $П_{2\text{-}4}$ подключают ламповый вольтметр и осциллограф, конец катушки L_{15}, соединенный с отводом катушки L_9, замыкают на общую шину. Если гетеродин работает, то вольтметр покажет напряжение порядка 130—180 *мв* (при отсутствии этого надо поменять местами выводы катушки L_{16}).

Затем следует подобрать сопротивление резистора R_{13} таким, чтобы оно было несколько меньше того значения, при котором начинается генерация. В этом случае форма колебаний гетеродина будет наиболее близкой к синусоидальной, а ламповый вольтметр покажет напряжение 80—120 *мв*. Далее, изменяя емкость конденсаторов настройки, проверяют работу гетеродина во всем диапазоне частот. Если на верхних частотах диапазона гетеродин перестает работать, то следует уменьшить емкость конденсатора C_{44} (до появления колебаний).

Наладив работу гетеродина, надо конденсаторы настройки C_{33} и C_{38} снова установить на максимальную емкость, ротор подстроечного конденсатора C_{42} поставить в среднее положение, конец катушки L_{15} отключить от общей шины и присоединить его к сигнал-генератору (второй конец от сигнал-генератора подключают к общей шине). Ламповый вольтметр и осциллограф включают на выход приемника. От сигнал-генератора на вход приемника подают модулированное напряжение порядка 20—30 *мкв* частотой 150 *кгц* и глубиной модуляции 30%, и, вращая подстроечник катушки L_{17}, добиваются наибольшего напряжения на выходе приемника.

Если перемещением сердечника катушки L_{17} настроиться на частоту 150 *кгц* не удается, то, изменяя частоту сигнал-генератора, определяют, в какую сторону смещена собственная частота контура гетеродина, и либо увеличивают число витков катушки L_{17} (если частота выше), либо вводят зазор в ее сердечник (если частота ниже). В последнем случае верхнюю половину сердечника СБ-1а отклеивают от нижней (намочив место склейки спиртом) и ножом соскребают внутреннюю часть магнитопровода до получения необходимого зазора (0,3—1 *мм*).

После этого устанавливают конденсаторы C_{33} и C_{38} на минимальную емкость (верхний предел длинноволнового диапазона), подают от сигнал-генератора напряжение 20—30 *мкв* частотой 430 *кгц* и также добиваются максимального напряжения на выходе, изменяя емкость подстроечного конденсатора C_{42}. Установку частот 150 и 430 *кгц* повторяют еще 1—2 раза, после чего конец катушки L_{15} отсоединяют от сигнал-генератора и снова припаивают его к отводу катушки L_9.

Далее приступают к проверке работы гетеродина в диапазоне средних волн. Ламповый вольтметр и осциллограф для этого присоединяют к катушке L_{11}, предварительно отсоединив ее от переключателя $П_{2\text{-}4}$ и конденсатора C_{47}. Сопротивление резистора R_{12} уменьшают до 300 *ом* и добиваются (при необходимости) генерации правильным подключением выводов катушки обратной связи L_{12}. Затем,

увеличивая сопротивление резистора R_{12} и подбирая емкость конденсатора C_{44}, добиваются синусоидальной формы напряжения и равномерной генерации во всем диапазоне гетеродина на средних волнах.

Убедившись в нормальной работе гетеродина, один из концов катушки L_{11} соединяют с конденсатором C_{47}, ламповый вольтметр и осциллограф подключают на выход приемника, а второй конец катушки L_{11} присоединяют к сигнал-генератору. Конденсаторы настройки C_{33} и C_{38} устанавливают на максимальную емкость и, вращая подстроечник катушек L_{11}—L_{14}, добиваются наибольшего выходного напряжения на частоте 520 *кгц*, а затем, перейдя на минимальную емкость конденсаторов настройки и изменяя емкость подстроечного конденсатора C_{40}, добиваются того же на частоте 1 600 *кгц*. В обоих случаях напряжение от сигнал-генератора устанавливают равным 20 *мкв*. Установку частот гетеродина в диапазоне средних волн, как и на длинных волнах, повторяют еще 1—2 раза.

Затем приступают к настройке входных контуров длинноволнового ($L_9C_{31}C_{32}C_{33}$) и средневолнового ($L_8C_{30}C_{33}$) диапазонов. Конец катушки L_{11} отключают от сигнал-генератора и присоединяют к переключателю диапазонов $П_{2-4}$. К сигнал-генератору подключают рамочную антенну размерами 300×250 *мм*, изготовленную из одного-двух витков медного изолированного провода диаметром 1—1,5 *мм*. Переключатель диапазонов устанавливают в положение на длинные волны, а сигнал-генератор — на низшую частоту точного сопряжения (167 *кгц*) и, изменяя емкость конденсаторов настройки C_{33} и C_{38}, добиваются приема этого сигнала. Регулируя уровень от сигнал-генератора так, чтобы прием осуществлялся на том участке амплитудной характеристики, где автоматическая регулировка усиления еще не действует, настраивают входной контур приемника перемещением катушки L_9 вдоль ферритового стержня, добиваясь максимального напряжения на выходе. Далее перестраивают сигнал-генератор на высшую частоту точного сопряжения (402 *кгц*), настраивают на эту частоту приемник и, изменяя емкость подстроечного конденсатора C_{32}, также добиваются максимума на выходе. При необходимости подбирают емкость конденсатора C_{31} так, чтобы ротор конденсатора C_{32} находился приблизительно в среднем положении. Затем настройку входного контура повторяют еще 1—2 раза.

Установив после этого генератор на среднюю частоту точного сопряжения (285 *кгц*), настраивают на эту частоту приемник и, поднося кусочек феррита к торцу стержня магнитной антенны, а затем надевая на стержень короткозамкнутый виток из медной проволоки диаметром 0,5—1 *мм*, выясняют правильность настройки контура магнитной антенны на среднюю частоту точного сопряжения. Если в обоих случаях принимаемый сигнал будет уменьшаться, то сопряжение выполнено правильно. Если же при поднесении кусочка феррита к стержню антенны амплитуда принимаемого сигнала возрастает, то надо увеличить емкость конденсатора сопряжения C_{43}, присоединив параллельно ему конденсатор емкостью 15—40 *пф*, установить снова крайние частоты гетеродина, как указывалось выше, и повторить настройку входного контура по частотам точного сопряжения. Эту работу продолжают до тех пор, пока контур антенны не окажется настроенным на среднюю частоту точного сопряжения.

Аналогичным образом настраивают и сопрягают входной контур в диапазоне средних волн по частотам точного сопряжения 592, 1 528 и 1 060 *кгц*.

Налаживание первого гетеродина начинают с измерений режима работы транзистора T_2 по постоянному току, отключив для этого от конденсатора C_{17} катушку L_7. Напряжение между коллектором и эмиттером и ток коллектора этого транзистора должны быть соответственно 1,9—2,1 *в* и 2—2,5 *ма*. О токе коллектора можно судить и по падению напряжения на последовательно включенных резисторах R_7 и R_8 (оно должно быть 0,6—0,8 *в*).

Затем надо восстановить соединение конденсатора C_{17} с катушкой L_7, установить переключатель диапазонов $П_1$ в положение *3* или *4* и подключить ламповый вольтметр к коллектору транзистора T_2. При нормальной работе гетеродина переменное действующее напряжение на коллекторе должно быть около 1,4 *в*. Если же гетеродин не работает, то надо попробовать поменять местами выводы катушки L_7. Далее, переводя переключатель $П_1$ в положения *2*, *3*, *4* и *5*, необходимо убедиться в том, что гетеродин работает во всех поддиапазонах коротких волн. Если в положении *5* переключателя амплитуда напряжения резко снижается, то ток коллектора транзистора T_2 следует увеличить до 3—3,2 *ма*, уменьшая для этого сопротивление резистора R_8 до 220—200 *ом*.

При налаживании смесительного каскада сначала отключают конденсатор C_4 от катушки L_6 и проверяют режим транзистора T_1 по постоянному току. Напряжение между коллектором и эмиттером и ток коллектора у этого транзистора должны быть соответственно 1,2—1,5 *в* и 0,3—0,4 *ма*. Затем переключатель $П_2$ устанавливают в положение *3* (короткие волны), от контура L_1C_1 отключают конденсатор C_3, а от контура L_2C_5 — конденсаторы C_3 и C_{18}. Конденсатор C_4 надо присоединить к выходу сигнал-генератора, отсоединив предварительно от него рамочную антенну, а ламповый вольтметр подключить параллельно контуру L_2C_5.

На смесительный каскад подают сигнал частотой 1 380 *кгц* и настраивают в резонанс оба его колебательных контура, регулируя напряжение от сигнал-генератора так, чтобы вольтметр показывал действующее напряжение 0,1—0,5 *в*. Напряжение на входе смесительного каскада при этом должно быть порядка 0,5—5 *мв*. Затем к контурам L_1C_1 и L_2C_5 надо подключить конденсатор C_3 и проверить частотную характеристику полосового фильтра, которая должна соответствовать характеристике, приведенной на рис. 3. Если эта характеристика окажется смещенной в сторону высших или низших частот, то следует снова отключить конденсатор C_3 и изменить в соответствующую сторону резонансную частоту контуров L_1C_1 и L_2C_5, а затем снова подключить конденсатор C_3 и проверить частотную характеристику фильтра.

Закончив настройку полосового фильтра первой промежуточной частоты, конденсатор C_{18} надо снова соединить с контуром L_2C_5, ламповый вольтметр подключить к выходу приемника, а напряжение от сигнал-генератора уменьшить до 3—10 *мкв*. Конденсаторы настройки C_{33} и C_{38} после этого устанавливают в положение максимальной емкости и, изменяя частоту сигнал-генератора, убеждаются в том, что принимаемый сигнал близок по частоте к 1 050 *кгц*. При необходимости подбирают емкость конденсаторов C_{35} и C_{37} так, чтобы приемник оказался настроенным на эту частоту. Затем, вращая сердечник катушки L_{10}, добиваются наибольшего напряжения на выходе приемника.

Далее сигнал-генератор перестраивают на частоту 1 550 *кгц*, настраивают конденсаторами C_{33} и C_{38} на эту частоту приемник и до-

биваются наибольшего напряжения на его выходе путем изменения емкости подстроечного конденсатора C_{36}. Настройку контура с катушкой L_{10} повторяют еше 1—2 раза. Конденсаторы C_{35} и C_{37} надо по возможности брать одинаковой емкости, чтобы можно было сохранить хорошее сопряжение во всем диапазоне коротких волн. Затем конденсатор C_4 отключают от выхода сигнал-генератора и соединяют его с катушкой L_6.

В заключение производят установку частот первого гетеродина и настраивают входные цепи первого преобразователя частоты. Для этого переключатель $П_1$ устанавливают в положение *5* (поддиапазон 70 *м*), а сигнал-генератор подключают к рамочной антенне. Стрелку шкалы приемника устанавливают на отметку 70 *м*, соответствующую частоте 4,3 *Мгц*, и устанавливают эту же частоту в сигнал-генераторе с рамочной антенной. После этого необходимо подобрать емкость конденсатора C_{27} такой, чтобы частота гетеродина стала равной 3 *Мгц*. В этом случае сигнал от рамочной антенны будет принят приемником.

Подбор емкости конденсатора C_{27} для настройки контура гетеродина на частоту 3 *Мгц* надо производить следующим образом. Сначала емкость этого конденсатора берут заведомо меньшей, чем это указано на схеме, и параллельно ему подключают конденсатор переменной емкости (желательно с воздушным диэлектриком, минимальной емкостью 3—10 и максимальной 100—400 *пф*). На ось ротора этого конденсатора надевают ручку (со стрелкой), а к статору приклеивают шкалу, на которую наносят значения емкости конденсатора в зависимости от угла поворота его оси. При помощи такого конденсатора очень легко установить требуемую частоту первого гетеродина, а затем подобрать и подключить к конденсатору C_{27} дополнительный конденсатор, емкость которого уже определена по шкале. Дальнейшую точную настройку гетеродина производят подстроечным конденсатором C_{28}.

Для настройки входного контура $L_3C_{14}C_{15}$ на частоту 4,3 *Мгц* напряжение от сигнал-генератора уменьшают настолько, чтобы прием производился на том участке амплитудной характеристики приемника, где не действует автоматическая регулировка усиления. Емкость конденсатора C_{14} тоже берут заведомо меньшей и так же, как и в предыдущем случае, подбирают, а затем подключают к нему дополнительный конденсатор. Точную настройку после этого производят подстроечным конденсатором C_{15}.

Таким же путем настраивают контуры гетеродина и входные контуры на средние частоты остальных четырех поддиапазонов коротких волн.

При настройке входных контуров с катушкой L_3 первого преобразователя частоты во всех пяти поддиапазонах коротких волн (особенно в высокочастотной части на 25 и 31 *м*) следует учитывать, что настройка этих контуров приводит к изменению частоты первого гетеродина. Хотя это изменение в процентном отношении очень незначительно, все же принимаемый сигнал может оказаться за пределами полосы пропускания усилителя промежуточной частоты. Поэтому в процессе настройки входного контура с катушкой необходимо подстраивать и частоту гетеродина изменением емкости конденсаторов C_{33} и C_{38}.

Избежать такой подстройки можно только в том случае, если в качестве источника сигнала использовать какой-либо генератор, дающий сплошной спектр шумов во всем диапазоне коротких волн.

В качестве такого генератора можно применить, например, зуммер или коллекторный электродвигатель (от электробритвы). В этом случае небольшая расстройка гетеродина при настройке входного контура приведет лишь к тому, что приемник будет принимать соседний участок шумового спектра, имеющего ту же интенсивность.

Генератор шума не позволяет определить, на какую частоту настроен входной контур (на частоту основного или зеркального каналов). Поэтому его целесообразно применять в тех случаях, когда резонансная частота входного контура близка к частоте принимаемого сигнала. Проверить же правильность настройки входного контура можно путем изменения частоты сигнал-генератора и нахождения частот основного и зеркального каналов.

Настройка контура с катушкой L_3 должна производиться при слабых сигналах, чтобы исключить действие автоматической регулировки усиления, сглаживающей разность уровней принимаемых сигналов.

Если настройка входного контура приводит к заметному изменению частоты гетеродина и при этом существенно нарушается градуировка шкалы приемника, то процесс настройки гетеродина и входного контура следует повторить еще 1—2 раза. После этого можно переходить к установке частоты гетеродина и настройке входного контура в следующем поддиапазоне коротких волн, установив переключатель поддиапазонов $П_1$ в положение *4*, а конденсаторы настройки C_{33} и C_{38} в среднее положение. Порядок настройки во всех поддиапазонах аналогичен описанному выше.

В приемнике вместо внутренней магнитной (ферритовой) антенны MA_1 можно применить наружную штыревую телескопическую антенну *А* или стержень из провода ПЭВ 1,8—2,5 длиной 0,4—1 *м*. Для входного контура в этом случае надо изготовить катушку L_3 из 22 витков провода ПЭВ 0,27, намотав ее с шагом 0,27 *мм*. Отвод для соединения со смесителем делают от четвертого или пятого витка катушки проводом ПЭВ 0,15—0,2, припаяв его к витку так, чтобы припой не касался соседних витков катушки. Намотанную катушку необходимо покрыть полистирольным клеем.

Наружная антенна может быть подключена к входному контуру непосредственно (к катушке L_3) или через катушку связи L_4 (30—40 витков провода ПЭШО 0,1), которую следует расположить на том же каркасе со стороны конца катушки L_3. Расстояние между этими двумя катушками подбирается опытным путем. Каркас с катушками L_3 и L_4 размещают на панели около переключателя $П_1$.

Порядок настройки приемника с наружной антенной такой же, как и с внутренней, только сигнал-генератор в этом случае подключают через конденсатор емкостью 2—3 *пф* непосредственно к антенне приемника.

НАСТРОЙКА ПРИЕМНИКА БЕЗ ПРИБОРОВ

Пользуясь сигнал-генератором, осциллографом и другими измерительными приборами, можно быстро наладить и точно настроить собранный приемник. Однако наладить и настроить приемник, хотя менее точно, можно и без этих приборов, используя для этого только доступный для всех милливольтметр (например, тестер типа ТТ-1),

Пару транзисторов для выходного двухтактного каскада усилителя низкой частоты подбирают следующим образом. Коллектор транзистора T_{12} отключают от обмотки *I* трансформатора Tp_1, а резистор R_{44} — от резистора R_{43}. Включив затем батарею $Б_2$ (две свежие параллельно соединенные батареи КБС-л-0,5), измеряют коллекторные токи транзисторов T_{13} и T_{14}, подключая поочередно измерительный прибор в цепь коллектора каждого из этих транзисторов. Ток каждого транзистора при этом не должен превышать 0,2—0,5 *ма*. Чтобы не повредить миллиамперметр от сильного броска тока, который может возникнуть при неисправном транзисторе, тестер ТТ-1 сначала устанавливают на предел 0—500 *ма*. Если в процессе измерений ток коллектора какого-либо из транзисторов непрерывно возрастает, то такой транзистор использовать не следует.

После этого коллектор транзистора T_{12} присоединяют к шине — 2,6 *в* и снова измеряют коллекторные токи транзисторов T_{13} и T_{14}. Ток коллектора каждого транзистора в этом случае должен увеличиться до 2—5 *ма*. Эти значения токов могут быть установлены подбором сопротивления резистора R_{48}.

Далее батарею $Б_2$ напряжением 4,5 *в* заменяют свежим гальваническим элементом напряжением 1,5 *в*, резисторы R_{47} и R_{48} отключают от точки соединения обмоток *II* и *III* трансформатора Tp_1, этот вывод через резистор сопротивлением 1 *ком* соединяют с отрицательным полюсом гальванического элемента и измеряют коллекторный ток каждого транзистора, который в этом случае может достигать 50—150 *ма*. После этого схему оконечного каскада УНЧ восстанавливают в соответствии с рис. 2. Таким же образом проверяют все имеющиеся в наличии транзисторы, предназначенные для работы в выходном каскаде, и отбирают из них те, у которых коллекторные токи наиболее одинаковы (главным образом токи при 2—5 и 50—150 *ма*).

Выбранную пару транзисторов включают в схему, а резистор R_{44} оставляют отключенным После этого включают батарею $Б_2$ и проверяют, а при необходимости и устанавливают режим работы транзисторов первого и второго каскадов. Затем резистор R_{44} подключают к резистору R_{43} и регулятор громкости (резистор R_{41}) устанавливают в положение на минимальную громкость Затем, меняя местами выводы обмотки *I* трансформатора Tp_1, надо добиться самовозбуждения усилителя. В громкоговорителе при этом появится громкий тональный звук. После этого необходимо увеличить сопротивление резистора R_{44} до такого значения, при котором бы усилитель генерировал на пороге самовозбуждения. Коллекторный ток каждого транзистора в этом случае должен быть порядка 40—50 *ма*. Убедившись, что эти токи находятся в указанных пределах, надо снова поменять местами выводы обмотки *I* трансформатора Tp_1 и установить первоначальное значение сопротивления резистора R_{44}. В заключение можно проверить работу усилителя низкой частоты от звукоснимателя или радиотрансляционной сети.

Проверку работы второго гетеродина начинают с измерения режима работы транзистора T_3. Напряжение между его коллектором и эмиттером должно быть 1,8—2 *в*, а падение напряжения на резисторе R_{17} порядка 0,6—0,8 *в*. Затем надо взять полупроводниковый диод типа Д2В (лучше Д18) и один из его выводов (с отметкой плюс) подключить к точке соединения резистора R_{12} с катушкой L_{12} (на средних волнах) или к точке соединения резистора R_{13} с катушкой L_{16} (на длинных волнах), а второй его вывод через миллиампер-

метр с пределом измерения 0—0,2 *ма* соединить с заземляющей шиной. Сопротивление резистора R_{12} следует уменьшить до 300 *ом*, а переключатель $П_2$ установить в положение *2* (на средних волнах). Если гетеродин работает, то миллиамперметр покажет ток 0,1 — 0,2 *ма*. После этого, увеличивая сопротивление резистора R_{12}, устанавливают режим генерации, близкой к порогу самовозбуждения. Аналогичным путем проверяют и отлаживают работу гетеродина в диапазоне длинных волн.

Усилитель промежуточной частоты можно настроить, используя в качестве генератора второй гетеродин приемника, работающий в диапазоне длинных волн. Для этого надо замкнуть накоротко конденсатор C_{43}, чтобы конденсатор настройки C_{38} оказался соединенным непосредственно с катушкой L_{17}. Это позволит изменять частоту гетеродина в диапазоне от 980 до 310 *кгц*. Необходимая частота 465 *кгц* получается при емкости контура гетеродина 200 *пф*, что соответствует примерно углу поворота ротора конденсатора настройки на 75—85° от его положения при максимальной емкости. В наличии генерации по всему требуемому диапазону частот можно убедиться, фиксируя выпрямленный диодом ток по миллиамперметру с пределом измерения 0—0,2 *ма*.

Усилитель промежуточной частоты настраивают следующим образом. Сначала, отсоединив от заземляющей шины резистор R_{38}, снова соединяют его с той же шиной через миллиамперметр с пределом измерения 0—1 *ма*, который будет служить индикатором настройки. Чтобы усилитель не возбудился, миллиамперметр надо заблокировать электролитическим конденсатором емкостью 5—25 *мкф*. Далее, отключив резистор автоматической регулировки усиления R_{23} от транзистора T_{10}, подключают его к заземляющей шине. Затем отсоединяют от катушки L_{11} конденсатор C_{47} и соединяют его с заземляющей шиной через резистор сопротивлением 10 *ом* (три параллельно соединенных резистора по 30 *ом* каждый). К точке соединения резистора в 10 *ом* с конденсатором C_{47} подключают через резистор сопротивлением 100 *ком* катушку L_{15}, предварительно отключив ее от контакта *1* переключателя $П_{2\text{-}4}$.

После этого, поворачивая ручку конденсаторов настройки C_{33} и C_{38}, добиваются приема сигнала по наибольшему отклонению стрелки миллиамперметра. Если стрелка отклоняется на очень малый угол, то надо заменить резистор в 100 *ком* другим резистором, с меньшим сопротивлением, чтобы миллиамперметр показал ток порядка 0,2 *ма*. Затем настраивают контуры полосовых фильтров по наибольшему уровню принимаемого сигнала, регулируя его напряжение на входе так, чтобы ток через миллиамперметр не превышал 0,2—0,3 *ма*.

Установить частоту гетеродина на 465 *кгц* можно более точно, если воспользоваться готовым супергетеродинным приемником. В этом случае на вход усилителя промежуточной частоты вспомогательного приемника подают сигнал от второго гетеродина (с резистора сопротивлением 10 *ом*) настраиваемого приемника. Затем ручку конденсаторов настройки C_{33} и C_{38} поворачивают до положения, при котором на выходе приемника будет максимальный сигнал (это можно определить по электронно-световому индикатору настройки или по характерному шипящему звуку в громкоговорителе).

Настроив контуры промежуточной частоты, надо восстановить цепь автоматической регулировки усиления и подобрать сопротивле-

ние резистора R_{23} таким, чтобы при увеличении напряжения на входе преобразовательного каскада в 100—200 раз от величины входного напряжения, соответствующего току детектора 0,15 *ма*, ток на выходе детектора не увеличивался бы более чем до 0,2—0,25 *ма*. Затем восстанавливают все цепи в соответствии со схемой и приступают к настройке контуров второго гетеродина и смесителя по принимаемым радиостанциям в диапазоне длинных и средних волн.

Сначала, поставив переключатель диапазонов в положение *I* (длинные волны) и установив ручку конденсаторов настройки так, чтобы стрелка указала на шкале приемника длину волны хорошо принимаемой радиостанции в наиболее низкочастотной части диапазона длинных волн, подстраивают катушку контура гетеродина и по какому-то готовому радиовещательному приемнику убеждаются в том, что настраиваемый приемник принимает нужную радиостанцию. Если в соответствующем месте шкалы на эту радиостанцию настроиться не удается, то следует выяснить, в какой части шкалы она принимается, и в соответствии с этим увеличить число витков или ввести зазор в сердечник катушки L_{17} (см. стр. 33).

Далее стрелку шкалы настраиваемого приемника переводят в высокочастотную часть диапазона длинных волн и устанавливают ее на тот участок, где должна работать хорошо принимаемая радиостанция. Изменяя затем емкость подстроечного конденсатора C_{42} (иногда приходится подбирать и емкость конденсатора C_{41}) добиваются приема нужной радиостанции.

После этого приступают к настройке контура $L_9C_{31}C_{32}C_{33}$ магнитной антенны MA_2. Сначала настраиваются на слабую радиостанцию вблизи низшей частоты точного сопряжения 167 *кгц* и, перемещая катушку L_9 по ферритовому стержню, добиваются наилучшего приема по максимальному показанию миллиамперметра. При этом необходимо ориентировать положение приемника в пространстве так, чтобы ток в цепи детектора не превышал 0,15 *ма*. Затем принимают слабую радиостанцию вблизи от высшей частоты точного сопряжения 402 *кгц* и добиваются также наилучшего приема, изменяя емкость подстроечного конденсатора C_{32}, а при необходимости подбирая емкость конденсатора C_{31}, чтобы наибольшее показание миллиамперметра соответствовало среднему положению ротора конденсатора C_{32}. Далее проверяют работу приемника на средней частоте точного сопряжения 285 *кгц* (см. стр. 34). Аналогичным путем настраивают приемник и в диапазоне средних волн.

Проверка работы первого гетеродина производится так же, как и второго. В этом случае диод Д2В (или Д18) с миллиамперметром следует подключить к точке соединения конденсатора C_{17} с катушкой L_7. Выпрямленный диодом ток должен быть в 1,2—1,5 раза меньше, чем у второго гетеродина.

Для настройки полосового фильтра $L_1C_1C_3L_2C_5$ и входных цепей первого преобразователя частоты в поддиапазонах коротких волн можно использовать поле рассеивания гетеродина готового приемника с коротковолновым диапазоном, расположив последний вблизи от настраиваемого приемника.

Определить частоту излучения гетеродина, используемого для настройки приемника, можно следующим образом. Частота гетеродина выше частоты принимаемого сигнала на 465 *кгц*. Учитывая это, легко вычислить длину волны λ (в метрах), на которую следует уста-

новить стрелку шкалы приемника, по формуле $\lambda = 300\,000/(f_г - 465)$, где $f_г$ — частота генерации гетеродина, *кгц*.

Так, например, если надо установить частоту излучения 1,35 *Мгц* (1 350 *кгц*), то стрелку шкалы приемника надо установить на отметку 300 000/(1 350—465) ≈ 340 *м*.

Интенсивность принимаемого сигнала можно регулировать изменением длины приемной антенны, а в случае применения магнитной коротковолновой антенны — изменением расстояния между приемниками.

Для настройки входных цепей средневолнового диапазона можно также использовать вспомогательный готовый приемник, частота гетеродина которого при отметках на шкале 2 000 и 723 *м* (конец и начало диапазона длинных волн) изменяется от 615 до 880 *кгц*, а при отметках 560 и 200 *м* (конец и начало диапазона средних волн) — от 1 000 до 1 965 *кгц*.

При настройке приемника без приборов следует учитывать рекомендации и указания по налаживанию и настройке приемника с приборами.

ПРИЕМНИК С ОДНИМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ЧАСТОТЫ

Второй смеситель, усилитель промежуточной частоты с детектором и автоматической регулировкой усиления, а также усилитель низкой частоты и стабилизатор напряжения, собранные по схеме на рис. 2 (транзисторы T_4—T_{15}), можно использовать для построения менее сложного супергетеродинного приемника. На рис. 21 приведена принципиальная схема входных цепей и отдельного гетеродина, которые дают возможность вместе с перечисленными выше узлами сконструировать всеволновый приемник с одним преобразованием частоты.

Этот приемник имеет диапазоны длинных и средних волн (такие же, как и у предыдущего приемника) и диапазон коротких волн от 25 до 52 *м*. Прием радиостанций в длинноволновом и средневолновом диапазонах ведется на магнитную антенну *МА*, а в диапазоне коротких волн на стержневую телескопическую антенну (например, от приемника «Спидола») или на отрезок медного провода диаметром 1,5—2,5 *мм* и длиной 0,7—1 *м*.

Входной контур диапазона длинных волн состоит из катушки L_1 и конденсаторов C_1, C_2, C_{13} (при установке переключателя *П* в положение *1*), а диапазона средних волн — из катушки L_2 и конденсаторов C_3 и C_{13} (при установке переключателя *П* в положение *2*). Катушки L_1 и L_2 магнитной антенна *МА* такие же, как и катушки L_9 и L_8 магнитной антенны $МА_2$ приемника с двойным преобразованием частоты

Отдельный гетеродин собран на транзисторе *Т*, включенном по схеме с общим эмиттером. Транзистор работает при напряжении между его коллектором и эмиттером 1,85—2 *в* и токе коллектора 2,5 *ма*. О токе коллектора можно судить по падению напряжения на резисторе R_6 (напряжение на нем должно быть равно 0,7—0,8 *в*). Температурная стабилизация режима работы транзистора обеспечивается последовательной отрицательной обратной связью по постоянному току резисторами R_4, R_5 и R_6. Конденсатор C_{18}, включенный в цепь базы транзистора, служит для разделения цепей постоянного и переменного токов.

Контур гетеродина в диапазоне длинных волн состоит из катушки L_5 и конденсаторов $C_4 — C_7$. Этот контур связан с коллекторной цепью транзистора T через катушку L_6, а с цепью базы этого же транзистора (положительная обратная связь) — через катушку L_4. Напряжение от гетеродина подается в смесительный каскад с катушки L_3. Катушки $L_3 — L_6$ наматывают на общем каркасе и помещают в сердечник СБ-1а. Катушки L_3, L_5 и L_6 такие же, как и катушки L_{15}, L_{17} и L_{18} (см. схему на рис. 2), а катушка L_4 имеет всего

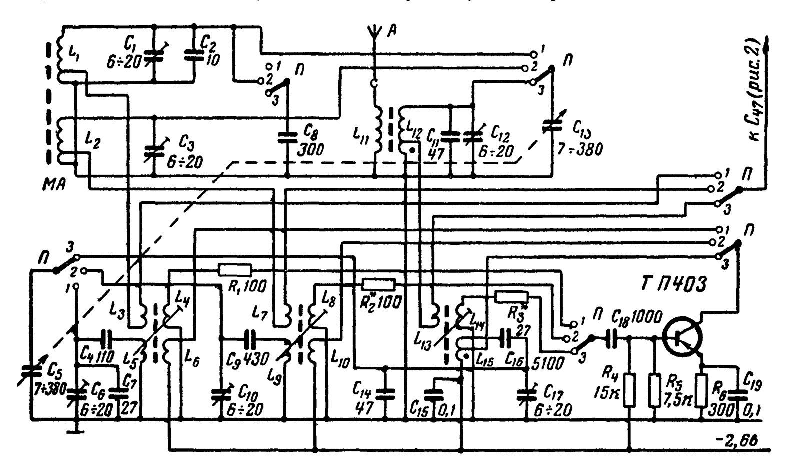


Рис. 21. Принципиальная схема входных цепей и гетеродина для трехдиапазонного супергетеродинного приемника с одним преобразованием частоты.

два витка провода ПЭВ 0,12. Конструктивное выполнение катушек $L_3 — L_6$ такое же, как и катушек $L_{15} — L_{18}$.

Контур гетеродина в диапазоне средних волн состоит из катушки L_9 и конденсаторов C_5, C_9 и C_{10}. Этот контур связан с коллекторной цепью транзистора через катушку L_{10}, а с цепью его базы — через катушку L_8. Напряжение для смесительного каскада снимается с катушки L_7. Катушки L_7—L_{10} такие же, как и катушки L_{11}—L_{14} (см. схему на рис. 2), с той лишь разницей, что катушка L_8 по сравнению с катушкой L_{12} на один виток меньше.

Прием в диапазоне коротких волн ведется при установке переключателя $П_6$ в положение *3*. Входной контур этого диапазона состоит из катушки L_{12} и конденсаторов C_{11}—C_{13}. Этот контур связан с антенной *А* через катушку L_{11}. Катушки L_{11} и L_{12} наматывают на каркасе из полистирола или органического стекла, изготовленном в соответствии с рис. 9. На каркас сначала наматывают катушку L_{12} (18 витков провода ПЭВ 0,31 или ПЭЛ 0,31 с шагом намотки 0,3 *мм*), по возможности натягивая провод и жестко закрепляя его концы. После намотки витки надо покрыть полистирольным клеем. Отвод от этой катушки делают от 4-го витка путем подпайки к нему отрезка провода диаметром 0,18—0,22 *мм*. При этом надо следить за тем,

чтобы припой не касался соседних витков катушки. Катушка связи L_{11} имеет 40 витков провода ПЭШО 0,1. Ее наматывают на склеенном из тонкого прессшпана каркасе и размещают со стороны конца катушки L_{12}. Расстояние между этими катушками подбирается опытным путем.

Контур гетеродина в диапазоне коротких волн состоит из катушки L_{15} и конденсаторов C_5, C_{14}, C_{16} и C_{17}. Напряжение положительной обратной связи подается с катушки L_{14}, а напряжение для смесительного каскада — с катушки L_{13}. Катушку L_{15} из 17 витков провода ПЭВ 0,31 или ПЭЛ 0,31 с отводом от 11-го витка наматывают с шагом 0,3 *мм* на такой же каркас, как и катушку L_{12}. Конструктивно эта катушка выполняется так же, как и катушка L_{12}. Катушки L_{13} и L_{14} имеют соответственно 1 и 2 витка провода ПЭШО 0,1. Эти витки размещают в средней части катушки L_{15}.

Резисторы R_1, R_2 и R_3, включенные соответственно в цепи катушек L_4, L_8 и L_{14}, служат для установки режима работа гетеродина, близкого к порогу самовозбуждения, чтобы получить напряжение синусоидальной формы.

Для переключения диапазонов в приемнике использован шестисекционный переключатель на три положения типа 3П6НПМ. Такой переключатель позволяет разделить входные цепи и цепи гетеродина всех колебательных контуров и устранить таким образом их взаимное влияние. Блок конденсаторов переменной емкости C_5 и C_{13} такой же, как и в предыдущем приемнике.

Конструктивно приемник может быть оформлен в таком же корпусе, как и приемник с двойным преобразованием частоты. В этом случае регулятор громкости целесообразно разместить с левой стороны шкалы приемника (там, где расположен переключатель поддиапазонов коротких волн $П_1$ предыдущего приемника). Колебательные контуры входных цепей и гетеродина следует размещать так, чтобы конденсаторы переменной емкости C_5 и C_{13} и катушки L_{12} и L_{15} соединялись с переключателем диапазонов *П* кратчайшими проводами. Катушки L_{12} и L_{15}, кроме того, должны быть по возможности взаимно разнесены, чтобы избежать «затягивания» частоты гетеродина частотой принимаемых радиостанций.

Приемник можно собрать и в подходящем по размерам готовом пластмассовом корпусе, учитывая при этом указания и рекомендации для приемника с двойным преобразованием частоты. В соответствии с этими рекомендациями следует производить и настройку приемника.

Настройка усилителя низкой частоты и усилителя промежуточной частоты производится в соответствии с рекомендациями, приведенными для приемника с двойным преобразователем частоты. Настройку гетеродина начинают с проверки и при необходимости установки режима работы транзистора ($U_{к.э}=1,8 \div 2,0$ *в* и $I_к = 2,5 \div 3,0$ *ма*). Перед проверкой режима конденсатор C_{18} (рис. 21) отпаивают от переключателя *П* для того, чтобы была полная уверенность в отсутствии самовозбуждения гетеродина. Если требуемый режим работы транзистора удается получить при значительном увеличении сопротивления резистора R_4, например до 40—50 *ком*, или при значительном его уменьшении до единиц килоом, то в обоих случаях необходимо убедиться в исправности элементов схемы гетеродина (резисторов R_4 — R_5, конденсатора C_{19} и транзистора *T*) и при необходимости их заменить.

После этого конденсатор C_{18} подключают к переключателю *П*, как показано на схеме, а последний устанавливают в положение *1* (длинные волны). Конденсатор C_{47}, имеющийся на входе второго смесителя (рис. 2), подключают к переключателю *П* в соответствии с указаниями, приведенными для схемы на рис. 21. Ламповый вольтметр и осциллограф подключают к катушке связи L_3, а ее конец, соединенный с отводом катушки L_1, соединяют с общей шиной. Если гетеродин работает (самовозбудился), то ламповый вольтметр покажет напряжение 150—180 *мв*. При отсутствии самовозбуждения надо поменять местами выводы катушки L_4.

Если форма сигнала, наблюдаемого на экране осциллографа, будет сильно искажена, то увеличивают сопротивление резистора R_1 до такого значения, при котором имеет место генерация вблизи порога самовозбуждения. В этом случае форма колебаний гетеродина будет наиболее близкой к синусоидальной, а ламповый вольтметр покажет напряжение 80—120 *мв*. Затем, изменяя емкость конденсаторов настройки C_5C_{13} от максимального значения до минимального, убеждаются в том, что самовозбуждение имеет место во всем генерируемом диапазоне частот.

В том случае, если на высших частотах амплитуда напряжения резко возрастает и появляются ограничения формы сигнала, то необходимо включить конденсатор емкостью 50—500 *пф* (на рис. 21 не показан) между общей шиной и контактом *1* переключателя *П*, к которому присоединен резистор R_1. Емкость этого конденсатора выбирают такой, при которой амплитуда колебаний будет наиболее равномерной во всем генерируемом диапазоне частот. Это позволит обеспечить устойчивую работу приемника и равномерную его чувствительность по диапазону.

Затем конденсаторы настройки устанавливают на максимальную емкость, ротор подстроечного конденсатора C_6 — в среднее положение, а конец катушки L_3 отключают от общей шины и присоединяют его к выходу сигнал-генератора. Ламповый вольтметр и осциллограф включают на выход приемника. От сигнал-генератора на вход приемника подают модулированное напряжение 20—50 *мкв* частотой 150 *кгц* и глубиной модуляции 30% и, вращая подстроечный сердечник катушки L_5, добиваются наибольшего напряжения на выходе приемника. Если вращением сердечника настроиться не удается, то изменяют частоту сигнал-генератора и определяют, в какую сторону смещена частота гетеродина. После этого изменяют индуктивность катушки L_4 в соответствии с указаниями, приведенными на стр. 33 для катушки L_{17}, и добиваются, чтобы максимум сигнала на выходе соответствовал приблизительно среднему положению подстроечного сердечника.

После этого устанавливают конденсаторы C_5C_{13} на минимальную емкость, подают от сигнал-генератора сигнал частотой 430 *гц* и добиваются максимального напряжения на выходе приемника, изменяя емкость подстроечного конденсатора C_6. При необходимости подбирают емкость конденсатора C_7 такой, при которой максимум сигнала на выходе будет иметь место в среднем положении ротора подстроечного конденсатора. После этого установку частот гетеродина 150 и 430 *кгц* повторяют еще 1—2 раза, уменьшая напряжение от сигнал-генератора для того, чтобы приемник работал на линейном участке характеристики, где отсутствует действие автоматической регулировки усиления. Затем конец катушки L_3 отсоединяют от сигнал-генератора и присоединяют его к отводу катушки L_1.

Далее приступают к проверке работы гетеродина в диапазоне средних волн, установив переключатель *П* в положение *2*. Настройка гетеродина в диапазоне средних волн производится на частоты 520 и 1 600 *кгц* по описанной выше методике для диапазона длинных волн.

Для настройки гетеродина в диапазоне коротких волн переключатель *П* устанавливают в положение *3*. Конец катушки L_{13} отключают от отвода L_{12} и присоединяют к общей шине, а к другому концу катушки L_{13} и общей шине подключают ламповый вольтметр и осциллограф. При использовании лампового вольтметра типа В-3-3 и осциллографа СИ-1, позволяющих работать только до частоты 10 *Мгц*, необходимо учитывать, что оценка работы гетеродина (наблюдение формы сигнала и измерение генерируемого напряжения) на частотах от 10 до 13 *Мгц* будет производиться с большой погрешностью. Конденсаторы C_5C_{13} устачавливают на максимальную емкость, замыкают накоротко резистор R_3 и, включив питание приемника, в случае отсутствия самовозбуждения меняют местами концы обмотки положительной обратной связи L_{14}.

Добившись самовозбуждения, проверяют работу гетеродина во всем диапазоне частот, уменьшая емкость конденсаторов C_5C_{13} до минимального значения. При сильной положительной обратной связи на экране осциллографа можно наблюдать наличие паразитной модуляции, которая приводит к искажениям формы сигнала, а в отдельных случаях превращает генерируемый сигнал в импульсы с частотным заполнением, причем частота следования этих импульсов иногда в несколько десятков раз ниже основной частоты колебаний. Такого режима работы допускать нельзя, так как при настройке приемника на радиостанции в этом случае будут прослушиваться свисты, хрипы, а одна и та же радиостанция сможет приниматься при настройке на различных участках диапазона. Прием радиостанции при этом будет сопровождаться значительными искажениями. Поэтому особенно важно, чтобы гетеродин на коротких волнах работал вблизи порога самовозбуждения. С этой целью количество витков катушки L_{14} при сильной связи может быть уменьшено с двух до одного, а при необходимости последовательно с резистором R_3 может быть включен конденсатор типа КСО, ПМ или КТК емкостью от десятков до нескольких сотен пикофард с целью уменьшения суммарной емкости, включаемой в цепь базы транзистора *Т*, на коротких волнах.

При работе гетеродина в широком диапазоне частот может случиться так, что при уменьшении емкости конденсаторов C_5C_{13} (увеличении частоты гетеродина) паразитная модуляция будет иметь место только в высокочастотной части диапазона коротких волн. В этом случае паразитная модуляция устраняется увеличением сопротивления резистора R_3, что приводит также к уменьшению амплитуды напряжения гетеродина в области высоких частот. Если амплитуда генерируемых колебаний значительно уменьшается с понижением частоты гетеродина, то отвод у катушки L_{15} можно делать не от 11-го, а от 13-го или 15-го витка, добиваясь, чтобы минимальное напряжение на концах обмотки L_{13} составляло 50—70 *мв* при полностью введенных конденсаторах C_5C_{13}.

Наладив работу гетеродина, приступают к установке его крайних частот. Для этого осциллограф и вольтметр подключают к выходу приемника, а конец катушки L_{13} отсоединяют от общей шины и подключают к выходу сигнал-генератора. На вход приемника по-

дают частоту 5,75 *Мгц* и, установив конденсаторы C_5C_{13} на максимальную емкость, добиваются приема сигнала вращением подстроечного сердечника от сердечника СБ-1а, который ввинчивают в каркас, изготовленный в соответствии с рис. 9. При настройке на максимум необходимо следить за тем, чтобы подстроечный сердечник не находился в средней части катушки, так как в этом случае будет иметь место ложный максимум.

При настройке амплитуду сигнал-генератора уменьшают до такой величины, при которой работа будет происходить на линейном участке амплитудной характеристики приемника. Затем изменяют частоту сигнал-генератора до получения частоты 6,68 *Мгц* и убеждаются в том, что на этой частоте производится прием зеркального канала (отсчет частоты 6,68 *Мгц* производится с учетом погрешности шкалы сигнал-генератора). Амплитуда напряжения принимаемого сигнала на частоте 6,68 *Мгц* должна быть такой же, как и на частоте 5,75 *Мгц*. Если в районе частоты 6,68 *Мгц* сигнал принять не удается, то проверяют возможность приема сигнала на частоте 4,82 *Мгц* и в случае приема там сигнала делают вывод о том, что гетеродин был настроен не на частоту 5,75+0,465 *Мгц*, а на частоту 5,75—0,465 *Мгц*, что недопустимо. В последнем случае число витков катушки должно быть уменьшено или вывернут подстроечник.

Далее гетеродин настраивают на высшую частоту принимаемого сигнала, установив частоту по сигнал-генератору на 12 *Мгц*, а конденсаторы C_5C_{13} — на минимальную емкость. Изменяя емкость подстроечного конденсатора C_{17}, добиваются максимума сигнала на выходе и при необходимости подбирают емкость конденсатора C_{14} таким образом, чтобы ротор конденсатора C_{17} находился в среднем положении.. После этого перестраивают сигнал-генератор в сторону высших и низших частот и убеждаются в том, что прием зеркального канала имеет место на частоте, близкой к 12,9 *Мгц*. В противном случае емкость конденсатора C_{14} уменьшают и настройку производят вторично. После этого процесс установки частот повторяют еще 1—2 раза. Затем конец катушки L_{13} отсоединяют от сигнал-генератора, припаивают к отводу катушки L_{12} и приступают к настройке входных цепей приемника.

Настройка входных цепей приемника диапазонов длинных и средних волн производится по методике, приведенной на стр. 34, учитывая, что роль элементов $L_9C_{31}C_{32}C_{33}$ и $L_8C_{30}C_{33}$ на рис. 2 выполняют соответственно элементы $L_1C_2C_1C_{13}$ и $L_2C_3C_{13}$ схемы на рис. 21.

Для настройки входных цепей диапазона коротких волн сигнал-генератор подключают через конденсатор емкостью 3—5 *пф* к катушке L_{11} и подают от него на вход приемника низкую частоту точного сопряжения 6,5 *Мгц*, настраивают приемник на эту частоту и, регулируя входной уровень, добиваются того, чтобы прием сигнала осуществлялся на линейном участке амплитудной характеристики, где автоматическая регулировка усиления еще не действует. Если приему сигнала мешает какая-либо радиостанция (прослушиваются свисты интерференции), то частоту сигнал-генератора следует изменить, с тем, чтобы можно было отстроиться от помех. Катушку L_{11} относят от катушки L_{12} на расстояние 20—30 *мм* и, ввинчивая подстроечный сердечник от СБ-1а в каркас, на котором намотана катушка L_{12}, добиваются максимума. Если настройка контура «тупая» (нет четко выраженного максимума), то отвод у катушки L_{12} следует сделать не от 4-го, а от 1-го или 2-го витка.

После этого от сигнал-генератора подают высшую частоту точного сопряжения в районе 11 *Мгц* и настраивают на эту частоту приемник. Настроившись на высшую частоту точного сопряжения, необходимо быть уверенным в том, что сигнал принимается по основному, а не по зеркальному каналу. Для этого уровень сигнала от генератора увеличивают в несколько раз и, вращая ручку настройки приемника, убеждаются в том, что он принимается в двух местах шкалы приемника, разнесенных между собой приблизительно на 0,9 *Мгц*. Прием по основному каналу будет производиться в том случае, если приемник будет настроен на высшую из двух принимаемых частот, так как в этом случае частота гетеродина окажется выше частоты принимаемого сигнала. Затем сигнал от генератора снова уменьшают и настраивают контур $L_{12}C_{11}C_{12}C_{13}$ при помощи подстроечного конденсатора C_{12} и при необходимости подбирают емкость конденсатора C_{11} такой, при которой настройка в резонанс будет осуществляться в среднем положении подстроечного конденсатора.

Более точно входной контур в области высших частот можно настроить по генератору шумов (см. стр. 36 и 37), а затем, снова подключившись к сигнал-генератору, убедиться в том, что при настройке приемника сигнал от генератора принимается с большей интенсивностью по основному, а не по зеркальному каналу. Такую проверку производят на малых сигналах, когда автоматическая регулировка усиления не действует. Затем настройку входного контура на частоты 6,5 и 11 *Мгц* повторяют еще 1—2 раза.

После этого по генератору устанавливают среднюю частоту точного сопряжения 8,75 *Мгц* и настраивают на эту частоту приемник, убеждаясь в том, что сигнал принимается по основному каналу. Принимая сигнал от генератора шумов и поднося к торцу катушки L_{12} кусочек ферритового стержня или надевая на контур короткозамкнутое кольцо из медной проволоки, выясняют правильность настройки контура. Если в обоих случаях принимаемый сигнал будет уменьшаться, то емкость конденсатора сопряжения C_{16} выбрана правильно. Если же при поднесении кусочка ферритового стержня амплитуда принимаемого сигнала возрастает, то надо увеличить емкость конденсатора сопряжения примерно на одну тысячу пикофарад, снова установить крайние частоты гетеродина, как указывалось выше, и повторить настройку контура по частотам точного сопряжения. Эту работу продолжают до тех пор, пока входной контур не окажется настроенным на среднюю частоту точного сопряжения.

Затем штыревую антенну подключают к катушке связи и, подбирая расстояние между катушками L_{11} и L_{12}, добиваются наилучшего приема.

ПИТАНИЕ ПРИЕМНИКА ОТ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Для питания транзисторных приемников вместо гальванических батарей можно применить выпускаемые промышленностью для карманных фонарей и других устройств малогабаритные герметизированные аккумуляторы типа Д-02. Эти аккумуляторы выполнены в виде дисков диаметром 27 и высотой 10 *мм*. Напряжение такого аккумулятора 1,2 *в*, а его емкость 0,22 *а·ч*.

Основное преимущество аккумуляторов по сравнению с гальваническими батареями заключается в том, что аккумуляторы в процессе всего разряда сохраняют практически постоянное напряжение и дают возможность получить на выходе приемника постоянную номинальную выходную мощность в процессе всего разряда, в то время как при питании от гальванической батареи по мере ее разряда выходная мощность приемника значительно уменьшается, а при этом возрастают нелинейные искажения.

Для питания описанных здесь приемников целесообразно собрать аккумуляторную батарею напряжением 6 *в* из пяти последовательно соединенных аккумуляторов типа Д-02. Для увеличения емкости источника питания лучше использовать две такие батареи, включив их параллельно. В этом случае емкость источника питания увеличится вдвое.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Цена 14 коп.